



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 43 30 989.5
②2 Anmeldetag: 13. 9. 93
④3 Offenlegungstag: 16. 3. 95

DE 43 30 989 A 1

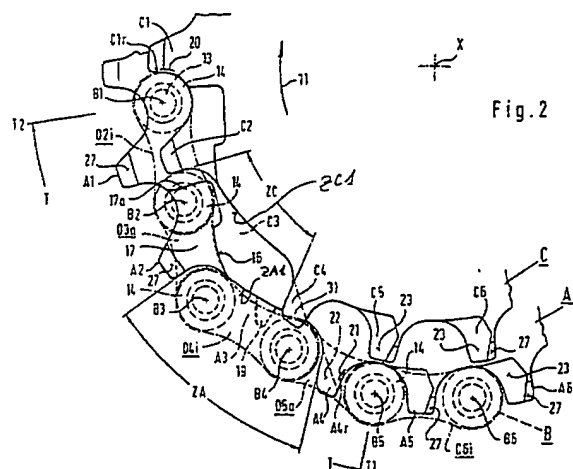
⑦1 Anmelder:
Fichtel & Sachs AG, 97424 Schweinfurt, DE

⑦2 Erfinder:
Neuer, Andreas, Dr., 97422 Schweinfurt, DE;
Bodmer, Jörg, 97464 Niederwerrn, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Kettenschaltung, insbesondere für Fahrräder

⑤7 Eine Kettenschaltung mit mindestens zwei Kettenrädern (A, C) an einer Kettenradeinheit (A-C) ist so ausgebildet, daß die Kette (B) erleichtert zwischen einem kleineren (C) und einem größeren (A) Kettenrad hin- und hergeschaltet werden kann. Hierzu ist zumindest an dem größeren Kettenrad (A) eine Doppelzahnücke (ZA) ausgebildet, welche eine Gasse für den Kettenübergang zwischen den beiden Kettenrädern bildet. Durch eine Laschenauflagerampe (16) des größeren Kettenrads (A) wird ein - in axialer Richtung betrachtet - nach radial außen konvex gekrümmter oder geknickter Verlauf (B1, B2, B3, B4, B5) einer Kettenübergangsstrecke erreicht, die sich beim Kettenübergang von dem kleineren Kettenrad (C) auf das größere Kettenrad (A) im Bereich der Doppelzahnücke (ZA) ausbildet.



BEST AVAILABLE COPY

DE 43 30 989 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kettenschaltung, insbesondere für Fahrräder, umfassend eine treibende Kettenradeinheit und eine angetriebene Kettenradeinheit sowie eine diese beiden Kettenradeinheiten miteinander verbindende Kette, wobei mindestens eine der Kettenradeinheiten als Mehrkettenradeinheit mit mindestens zwei Kettenrädern, nämlich einem größeren und einem kleineren Kettenrad, ausgebildet ist, wobei weiter die beiden Kettenräder der Mehrkettenradeinheit je eine Vielzahl von Zähnen und eine entsprechende Vielzahl von zwischen jeweils einem Zahnpaar gebildeten Zahnlücken aufweist, wobei weiter die Kette von aufeinanderfolgenden Kettengelenken und von inneren und äußeren Laschenpaaren in abwechselnder Reihenfolge zwischen den Kettengelenken gebildet ist, wobei weiter zum Umlegen der Kette zwischen den beiden Kettenrädern der Mehrkettenradeinheit eine Umlegeeinrichtung in einem Einlaufbereich vorgesehen ist, in welchem die Kette bei normaler Umlaufrichtung der Kette und der Kettenräder in die Mehrkettenradeinheit einläuft und diese Umlegeeinrichtung dazu ausgebildet ist, um der Kette Bewegungen in einer zur Achse der Mehrkettenradeinheit parallelen Richtung zu erteilen, wobei weiter beim Umlegen der Kette zwischen den Kettenrädern der Mehrkettenradeinheit sich eine Kettenübergangsstrecke zwischen einem altbesetzten und einem neubesetzten der beiden Kettenräder ausbildet, welche Kettenübergangsstrecke den Umlaufbereich der Mehrkettenradeinheit vom Ketteneinlaufbereich bis zu einem Kettenablaufbereich der Mehrkettenradeinheit durchläuft, wobei weiter die Kettenübergangsstrecke sich entgegen der normalen Umlaufrichtung des Kettenradsatzes erstreckt von einem Kettengelenk, das als letztes Kettengelenk zwischen zwei Letztzähne eines Letztzähnpaars des altbesetzten Kettenrads eingreift, zu einem Kettengelenk, das als erstes zwischen zwei Erstzähne eines Erstzähnpaars des neubesetzten Kettenrads eingreift und wobei in mindestens einem der Kettenumlegung in der Umlegerichtung kleineres Kettenrad → größeres Kettenrad entsprechenden Kettenübergangsumfangsbereich der Mehrkettenradeinheit an den Kettenrädern Gestaltungsmaßnahmen getroffen sind, um in diesem Kettenübergangsumfangsbereich das Umlegen der Kette zwischen den beiden Kettenrädern zumindest in der Umlegerichtung kleineres Kettenrad → größeres Kettenrad zu erleichtern und den Verlauf der entsprechenden Kettenübergangsstrecke festzulegen.

Aus der DE-C2-28 37 270 ist eine Fahrradschaltung mit einer Kette und einem Kettenradsatz bekannt, der mindestens ein kleineres Kettenrad und mindestens ein koaxial sowie mit Abstand zu diesem angeordnetes größeres Kettenrad aufweist. Das größere Kettenrad trägt mindestens zwei Zähne, die zum erleichterten Eingreifen in die Kette gestaltet sind. Beim Schaltvorgang soll die Kette mit jeweils einem Kettenbolzen zum einen zwischen zwei Zähne eines Zahnepaars des größeren und zum anderen mit jeweils einem Kettenbolzen zwischen zwei Zähne eines Zahnepaars des kleineren Kettenrads eingreifen und sich hierbei, d. h. in ihrem Verlauf zwischen diesen beiden Kettenbolzen tangential zum kleineren Kettenrad erstrecken und den Abstand zwi-

schen den Zahnepaaren der beiden Kettenräder überbrücken. Der Abstand von dem Mittelpunkt des einen Paares von Zähnen, zwischen die ein Kettenbolzen eingreift, zu dem Mittelpunkt des anderen Paares von Zähnen, zwischen die ein Kettenbolzen eingreift, soll dabei ein ganzzahliges Vielfaches der Kettenteilung betragen und die beiden Zähne des Zahnepaars des größeren Kettenrads sollen so gestaltet oder angeordnet sein, daß ihr Eingriff mit der Kette erleichtert ist.

Bei der bekannten Ausführungsform sind auf dem ganzen Umfang des größeren Kettenrads Zähne vorhanden. Die Zähne sind teilweise gekürzt, um den Kettenübergang zu erleichtern. Es sind auf dem größeren Kettenrad zwei Fangzähne vorhanden, von denen der eine dazu bestimmt ist, zwischen zwei Innenlaschen einzugreifen und der andere dazu bestimmt ist, zwischen zwei Außenlaschen einzugreifen. Beide Fangzähne haben Eingriffsflanken für den Eingriff mit den Kettenrollen. Beide Fangzähne sind durch Verschränkung zum kleineren Kettenrad hin geschwächt. Wegen dieser im Hinblick auf den Kettenübergang vom kleineren zum größeren Kettenrad hin vorgesehenen Schwächung besteht kaum eine Möglichkeit, weitere Gestaltungsmaßnahmen an diesen Zähnen zu treffen, um auch für den Übergang vom größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad eine Erleichterung zu schaffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine weitere Erleichterung des Übergangs, insbesondere von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad ggf. aber auch von dem größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad, zu ermöglichen. Insbesondere soll erreicht werden, daß dann, wenn unter Last ein Übergang von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad bewerkstelligt werden soll, dieser Übergang geräuschlos und stoßfrei erfolgt und die Kette möglichst rasch in Eingriff mit dem neugewählten Kettenrad tritt.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß die Kombination der folgenden Merkmale vorgeschlagen:

- a) in dem dem Umlegen von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad entsprechende Kettenübergangsumfangsbereich ist an dem größeren Kettenrad unter Bildung einer Doppelzahnücke ein Zahn ausgespart, welcher in der normalen Umlaufrichtung dem vorlaufenden Erstzahn des Erstzähnpaars des größeren Kettenrads vorangeht;
- b) an dem großen Kettenrad ist auf seiner dem kleineren Kettenrad zugekehrten Seitenfläche im Basisbereich eines Zahns, welcher der Doppelzahnücke in der normalen Umlaufrichtung vorausgeht und gewünschtenfalls noch in dem vorlaufenden Endbereich der Doppelzahnücke eine Laschenauflagerampe ausgebildet, welche in normaler Umlaufrichtung dem nachlaufenden Letztzahn des Letztzähnpaars des kleineren Kettenrads nachläuft;
- c) durch die Laschenauflagerampe und einen Boden der Doppelzahnücke ist ein — in axialer Richtung betrachtet — nach radial außen konvex gekrümmt er oder geknickter Verlauf der Kettenübergangsstrecke innerhalb des Kettenübergangsumfangsbereichs zwischen dem Erstzähnpaar des größeren Kettenrads und dem Letztzähnpaar des kleineren Kettenrads erzwungen, wobei die gekrümmte Kettenübergangsstrecke in die Zahnücke zwischen den beiden Letztzähnen des Letztzähnpaars des kleineren Kettenrads einmündet;

d) der in normaler Umlaufrichtung vorauslaufende Erstzahn des Erstzähnpaars des größeren Kettenrads ist für den Eingriff sowohl zwischen die Laschen eines Innenlaschenpaares als auch zwischen die Laschen eines Außenlaschenpaares ausgebildet.

Es hat sich gezeigt, daß man bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ein hervorragendes Schaltverhalten unter Last erhält. Weiter hat sich gezeigt, daß die erfindungsgemäße Kettenschaltung eine hohe Verschleißbeständigkeit sowohl kettenseitig als auch kettenradseitig aufweist. Dieses günstige Verschleißverhalten dürfte insbesondere auf das Vorhandensein der Doppelzahn-
lücke zurückzuführen sein, da — selbst dann, wenn in der Doppelzahn-
lücke des größeren Kettenrads im Hinblick auf einen Rückwärtslauf der Kette ggf. ein die
Seitenlage der Kette sichernder, als Zahn unwirksamer Sporn vorhanden ist — die Schrägstellung der Kette gegenüber ihrer Umlaufebene weniger als bisher zu Verschleißerscheinungen führt, weil der Schrägstellwinkel gegenüber der Umlaufebene reduziert ist. Dank der durch die Doppelzahn-
lücke des größeren Kettenrads gebildeten Gasse für den Kettenübergang beim Schalten von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad bedarf es keiner Kürzung der am Übergang beteiligten Zähne des größeren Kettenrads. Dadurch wird das Drehmomentübertragungsverhalten an den Eingriffstellen zwischen Kettengelenken und Zähnen sowohl während des Schaltvorgangs als auch im normalen Betrieb verbessert, was wiederum positive Auswirkungen auf das Verschleißverhalten ergibt. Durch die Bereitstellung der Gasse in Form der Doppelzahn-
lücke des größeren Kettenrads wird erreicht, daß als Erstzahn des neu mit der Kette zu besetzenden größeren Kettenrads immer ein und derselbe Zahn zwischen ein Ketten-
laschenpaar, gleichgültig, ob Innenlaschenpaar oder Außenlaschenpaar, wirksam wird. Es bedarf also allenfalls einer Bearbeitung dieses einen Zahns im Hinblick auf das Umlegen der Kette von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad. Wenn infolgedessen eine diesem Zwecke dienende Bearbeitung weiterer Zähne entfällt, so stehen weitere Zähne zu einer das Umlegen der Kette vom größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad begünstigenden Bearbeitung zur Verfügung, ohne daß die Gefahr besteht, daß durch Doppelbearbeitung im Hinblick auf die beiden Schaltrichtungen eine übermäßige verschleiß- und abbruchgefährdende Bearbeitung erforderlich ist.

Es hat sich auch gezeigt, daß die erfindungsgemäße Gestaltung relativ unempfindlich bezüglich Störungerscheinungen ist, die dann auftreten, wenn bei Nutzung eines Überschaltwegs die Kette im Falle des Umlegens von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad "zu weit" in Richtung auf das größere Kettenrad hin bewegt wird. Weiter hat sich gezeigt, daß bei der erfindungsgemäßen Kettenschaltung die Gefahr eines Absprengens einzelner Kettenlaschen verringert ist. Diese Gefahr ist bei bekannten Lösungen insbesondere immer dann aufgetreten, wenn in der Übergangsstrecke infolge deren Schrägstellung gegenüber ihrer Umlaufebene zwei Innenlaschen durch einen zwischen sie eingefangenen Zahn im Sinne einer Vergrößerung ihres Abstands belastet wurden und demzufolge die an ihnen anliegenden dem Kettenbolzenende nächstgelegenen Außenlaschen vom Kettenbolzen abgesprengt wurden.

Durch die bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung vorgesehene Laschenauflagerampe kann das Ansteigen der Kette in radialer Richtung relativ zu dem neu zu

besetzenden größeren Kettenrad wesentlich erleichtert werden. Dies mag ein weiterer Grund dafür sein, daß eine Kürzung von Zähnen mit der Folge der Eingriffverschlechterung nicht erforderlich ist. Durch diese Laschenauflagerampe wird auch der konvex gekrümmte Verlauf der Kettenübergangsstrecke begünstigt. Dieser gekrümmte Verlauf trägt zu einer Verlängerung der Kettenübergangsstrecke bei im Vergleich zu einem gedachten geradlinigen Verlauf mit der Folge, daß die Belastung der Kette infolge Schrägstellung gegenüber ihrer Umlaufebene weiter verringert wird.

Wenn bei der Darstellung der Erfindung von Kettenrädern gesprochen wird, so sind sowohl die Kettenräder eines der Hinterradnabe eines Fahrrads zugekehrten Kettenradsatzes als auch die Kettenblätter eines Tretkurbelkettenradsatzes gemeint. Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird als Beispiel ein Hinterradkettenradsatz behandelt. Dieses Beispiel läßt sich prinzipiell auch an den Kettenblättern eines Tretkurbelkettenradsatzes verwirklichen, wobei allerdings im Hinblick darauf gewisse Änderungsmaßnahmen notwendig sein mögen, daß im Falle eines Hinterradkettenradsatzes das unbelastete Rücklauftrum der Kette in den Kettenradsatz einläuft, während im Falle eines Tretkurbelkettenradsatzes die Einlaufstelle dort liegt, wo das bei normaler Drehrichtung belastete Zugtrum der Kette in den Kettenradsatz einläuft.

Die Laschenauflagerampe kann von dem radial inneren Rand einer reliefartigen Vertiefung in einer dem kleineren Kettenrad zugekehrten Seitenfläche des größeren Kettenrads gebildet sein. Dabei ist vorgesehen, daß die reliefartige Vertiefung eine in normaler Umlaufrichtung vorauslaufende in bezug auf die Achse der Mehrkettenradeinheit im wesentlichen radial verlaufende Vorlaufkante besitzt, wobei eine dieser Vorlaufkante in axialer Richtung benachbarte Kettenlasche jeweils über diese Vorlaufkante hinwegläuft. Es soll also nicht eine ganze Kettenlasche in die reliefartige Vertiefung eintreten können, sondern es soll durch die Vorlaufkante die Krümmung der Kette gegenüber ihrer Umlaufebene beeinflusst werden. Es ist dabei weiter von Vorteil, daß die reliefartige Vertiefung in einem der normalen Umlaufrichtung entsprechenden Vorlaufbereich vor einem Vorlaufende der Laschenauflagerampe radial einwärts in Richtung auf die Achse der Mehrkettenradeinheit erweitert ist.

Um das Eingreifen des in normaler Umlaufrichtung vorlaufenden Erstzahns des Erstzähnpaars des größeren Kettenrads zwischen zwei Kettenlaschen zu begünstigen, insbesondere zwischen zwei Innenlaschen, kann vorgesehen sein, daß der vorlaufende Erstzahn des Erstzähnpaars des größeren Kettenrads auf seiner von dem kleineren Kettenrad abgelegenen Seitenfläche nach radial auswärts und zum kleineren Kettenrad hin abgeschrägt ist.

Um einen vorzeitigen Eingriff der auf das größere Kettenrad zu bewegten Kette mit Zähnen des größeren Kettenrads zu unterbinden, also sozusagen, um eine Kettenabweisefunktion solcher Zähne zu erreichen, die nicht als Erstzähne beim Schalten auf das größere Kettenrad in die Kette eingreifen sollen, kann man vorsehen, daß zumindest ein Teil derjenigen Zähne des größeren Kettenrads, die nicht identisch sind mit dem vorlaufenden Erstzahn des Erstzähnpaars des größeren Kettenrads auf ihrer dem kleineren Kettenrad zugekehrten Seite nach radial außen und von dem kleineren Kettenrad weg abgeschrägt sind, und zwar mindestens und vorzugsweise in einem radial äußeren Bereich ihrer

radialen Höhe.

Um beim Rückwärtslauf der Kette durch Rückwärtstreten der Tretkurbel unter allen Umständen eine Sicherung gegen seitliches Ausweichen des dann entspannten Kettenobertrums in den zum Einlaufbereich werdenden Kettenablaufbereich eines Hinterradkettenradsatzes zu gewährleisten, kann man vorsehen, daß an der Stelle des ausgesparten Zahns der Doppelzahnücke zumindest des größeren Kettenrads ein Sporn vorgesehen ist, welcher im Fall der axialen Nachbarschaft zu einem Innenlaschenpaar außerhalb des Zwischenraums dieses Innenlaschenpaars liegt, und zwar auf der Außenseite derjenigen Innenlasche, welche dem kleineren Kettenrad ferner ist, und welcher im Fall der axialen Nachbarschaft zu einem Außenlaschenpaar in den Zwischenraum der Laschen dieses Außenlaschenpaars hineinragt. Dieser Sporn ist aber bewußt nicht als ein Zahn ausgebildet, da er ja im Falle einer solchen Ausbildung die Gassenfunktion der Doppelzahnücke aufheben würde. Dieser Sporn soll insbesondere in Umfangsrichtung so kurz bemessen sein, daß er keinesfalls in Drehmomentübertragungseingriff mit der Kette tritt. Wenn eine Drehmomentübertragungsfunktion dieses Sporns unterbunden ist, so ist gewährleistet, daß dieser Sporn bei Benutzung der Kettenschaltung stets unbelastet ist. Ist die Belastungsfreiheit dieses Sporns gegenüber Drehmomentübertragung zwischen Kette und Kettenrad gewährleistet, so kann dieser Sporn beliebig schwach sowohl in Umfangsrichtung des Kettenrads als auch in Querrichtung des Kettenrads ausgebildet werden. Die Möglichkeit, diesen Sporn schwach auszubilden, sorgt andererseits wieder dafür, daß er für die Gassenbildung im Bereich der Doppelzahnücke unschädlich ist, gleichgültig, ob er außenseitig an einer Innenlasche anliegt oder zwischen ein Außenlaschenpaar einragt.

Es hat sich gezeigt, daß bei der soweit beschriebenen Gestaltung der Kettenschaltung durch die Doppelzahnücke in dem größeren Kettenrad auch eine Schaltpräferenz in diesem Bereich auftritt, wenn die Kette vom größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad umgelegt werden soll. Diese Schaltpräferenz an einer oder mehreren bestimmten Stellen ist erwünscht, wenn auch das Schalten vom größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad aus später noch zu erörternden Gründen weniger kritisch ist als das Umlegen der Kette von dem kleineren Kettenrad auf das größere Kettenrad. Zu dieser Schaltpräferenz für die Umschaltung vom größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad kann neben der Doppelzahnücke in dem größeren Kettenrad auch die etwa vorhandene Doppelzahnücke in dem kleineren Kettenrad beitragen. Darüber hinaus können weitere Maßnahmen zur Erleichterung des Kettenumlegens in der Umlegerichtung größeres Kettenrad → kleineres Kettenrad in dem für die Übergangsrichtung kleineres Kettenrad → größeres Kettenrad ausgestalteten Kettenübergangsumfangsbereich an Zähnen des größeren Kettenrads vorgesehen sein.

Eine solche Maßnahme besteht darin, daß der nachlaufende Erstzahn des Ersthähnpaars des größeren Kettenrads oder/und der diesem nachlaufenden Erstzahn in normaler Umlaufrichtung folgende Zahn des größeren Kettenrads Abschrägungen auf der jeweiligen dem kleineren Kettenrad zugekehrten Seite besitzen, und zwar so, daß die abgeschrägten Flächen — bei einer Betrachtung in radialer Richtung von radial außen — im Sinne der normalen Umlaufrichtung nach vorn und vom kleineren Kettenrad weg verlaufen. Wenn beide Zähne, also sowohl der nachlaufende Erstzahn des größeren

Kettenrads als auch der diesem in normaler Umlaufrichtung nachfolgende Zahn solche Abschrägungen besitzen, so kann eine der Kettenumlegerichtung größeres Kettenrad → kleineres Kettenrad entsprechende Kettenübergangsstrecke bei axialer Nachbarschaft eines ihr zugehörigen Innenlaschenpaars zu dem nachlaufenden Erstzahn des größeren Kettenrads mit der Außenseite ihrer dem kleineren Kettenrad fernen Innenlasche an der Abschrägung des nachlaufenden Ersthähns des Ersthähnpaars des größeren Kettenrads anliegen, während im Falle der axialen Nachbarschaft eines Außenlaschenpaars der Kettenübergangsstrecke zum nachlaufenden Erstzahn des Ersthähnpaars des größeren Kettenrads dieser Erstzahn zwischen die Außenlaschen dieses Außenlaschenpaars eingreift und dann eine dem kleineren Kettenrad ferne Innenlasche eines dem zuvor genannten Außenlaschenpaar nachfolgenden Innenlaschenpaars an der Abschrägung des auf den nachlaufenden Erstzahn des Ersthähnpaars des größeren Kettenrads nachfolgenden Zahns des größeren Kettenrads anliegt.

Es ist aber auch denkbar, zum Erleichtern des Kettenumlegens von dem größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad an denjenigen Zähnen des größeren Kettenrads Maßnahmen zu treffen, welche der Doppelzahnücke in Umlaufrichtung des größeren Kettenrads vorausgehen, insbesondere an demjenigen Zahn des größeren Kettenrads, welcher der Doppelzahnücke unmittelbar vorausgeht und ggf. auch an demjenigen Zahn, welcher der Doppelzahnücke des größeren Kettenrads als zweiter vorausläuft. Auf diese Weise kann man bereits im Bereich dieser Zähne mit der Schrägstellung der Kette gegenüber ihrer Umlaufebene beginnen.

Es ist möglich, daß die beiden Kettenräder, d. h. das größere Kettenrad und das kleinere Kettenrad, Teil einer größeren Gruppe von Kettenrädern der Mehrkettenradeinheit sind, wobei dann entweder das bisher als größeres Kettenrad betrachtete Kettenrad das kleinere Kettenrad in bezug auf ein ihm benachbartes noch größeres Kettenrad ist und/oder das bisher als das kleinere Kettenrad betrachtete Kettenrad das größere Kettenrad in bezug auf ein noch kleineres Kettenrad ist und wobei die angegebenen Beziehungen für mindestens einen Teil der jeweils zusammen ein Kettenradpaar bildenden benachbarten Kettenräder gelten. Der weiter oben erwähnte Sporn wird — wenn überhaupt — nur im Bereich der Doppelzahnücke des größten Kettenrads oder der größten Kettenräder benötigt.

Um nach einem von der Kettenwerfereinrichtung ausgeführten Kettenumlegebefehl möglichst kurzfristig die Umlegung der Kette zwischen zwei benachbarten Kettenrädern herbeizuführen, wird vorgeschlagen, daß einem Kettenradpaar einer Mehrkettenradeinheit eine Mehrzahl von über den Umfang verteilten Kettenübergangsumfangsbereichen zugeordnet sind, in welchen die vorstehend beschriebenen Ausgestaltungen zumindest des größeren Kettenrads, bevorzugt aber auch des kleineren Kettenrads, erfüllt sind.

Die erfindungsgemäß vorgesehene Bildung einer Doppelzahnücke zumindest in dem größeren Kettenrad führt zu einem veränderten Lauf des aus Kette und Kettenradsätzen gebildeten Systems; dies gilt insbesondere dann, wenn man — was nicht grundsätzlich ausgeschlossen sein soll — daran denkt, die Doppelzahnücke einfach dadurch zu gewinnen, daß man an einem herkömmlichen Kettenrad mit konstanter Zahnteilung über seinen gesamten Umfang einen Zahn einfach wegläßt oder "herausfeilt". Ein für den Benutzer angeneh-

meres Verhalten kann dadurch erzielt werden, daß bei Aussparung mindestens eines Zahns zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zähnen eines Kettenrads und dadurch veranlaßt der Bildung einer Mehrfachzahnücke, insbesondere Doppelzahnücke die Zahnückenkontur dieser Mehrfachzahnücke und die Zahnückenkontur einer auf diese Mehrfachzahnücke unmittelbar nachfolgenden weiteren Zahnücke derart aufeinander abgestimmt sind, daß bei Einliegen einer entsprechenden Zahl von Kettengelenken in diesen Zahnücken deren Gelenkachsen wenigstens annähernd auf einer gemeinsamen Verbindungsgeraden liegen, wobei das in der Mehrfachzahnücke vorlaufende Kettengelenk und das in der nachfolgenden Zahnücke aufgenommene Kettengelenk mindestens beim Auslauf ins Zugtrum gemeinsam an der Nachlaufflanke des ihnen jeweils vorauslaufenden Zahns anteilmäßig drehmomentübertragend beteiligt sind bzw. beim Auflauf des Zugtrums auf das Kettenblatt eines treibenden Kettenradsatzes gemeinsam an der Nachlaufflanke des ihnen jeweils vorauslaufenden Zahns anteilmäßig drehmomentübertragend beteiligt sind.

Allgemein gilt dann, daß die Mittelpunkte der Zahnücken des Kettenrads ein unregelmäßiges Polygon bilden, wobei die jeweils auf einer gemeinsamen Verbindungslinie liegenden Gelenkachsen jeweils größere Polygonseiten bilden.

Die beiliegenden Figuren erläutern die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels; es stellen dar:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines Hinterradnabenkettenradsatzes eines Fahrrads mit Kette und Kettenwerfeinrichtung;

Fig. 2 einen Ausschnitt aus Fig. 1 in vergrößerter Darstellung beim Übergang der Kette von einem kleineren Kettenrad auf ein größeres Kettenrad;

Fig. 3 eine Ansicht auf den in Fig. 2 dargestellten Kettenübergangsbereich von radial außen;

Fig. 4 eine Ansicht entsprechend Fig. 2, jedoch bei anderer Zuordnung der inneren und äußeren Kettenlaschenpaare zu den Kettenrädern;

Fig. 5 eine Ansicht von radial außen auf die Kettenübergangsstrecke gemäß Fig. 4;

Fig. 6 ein Detail des größeren Kettenrads gemäß Fig. 1–5;

Fig. 7 eine Seitenansicht eines Kettenradsatzes mit einer Kettenübergangsstrecke, die sich beim Schalten von dem größeren Kettenrad auf das kleinere Kettenrad ausbildet;

Fig. 8 eine Ansicht in Pfeilrichtung VIII der Fig. 7;

Fig. 9 eine Ansicht entsprechend Fig. 8, jedoch bei Veränderung der Zuordnung äußerer und innerer Kettenglieder zu den Kettenrädern;

Fig. 10 das Schema der Zahn- und Zahnückenverteilung eines Kettenrads, etwa des größeren Kettenrads der Fig. 1, und

Fig. 11 den Ablauf der Kette von dem Kettenrad gemäß Fig. 10.

In Fig. 1 erkennt man zwei Kettenräder mit der gemeinsamen Drehachse eines Hinterradkettenradsatzes eines Fahrrads, wobei das größere Kettenrad mit A und das kleinere Kettenrad mit C bezeichnet ist. Im Beispielsfall hat das große Kettenrad A 21 Zähne und das kleine Kettenrad C 18 Zähne. Eine Kette, welche den Hinterradkettenradsatz mit einem Tretkurbelkettenradsatz des Fahrrads verbindet, ist mit B bezeichnet. Die Kette B läuft über das Leitrad 10 einer Kettenwerfervorrichtung in den Kettenradsatz A, C ein. Die dem Vorwärtsantrieb entsprechende normale Kettenumfangs-

richtung ist durch den Pfeil 11 angedeutet. Bei 12 erkennt man das zum Tretkurbelkettenradsatz tangential weiterlaufende obere Kettentrum; bei 15 ist der Einlauf der Kette C in den Hinterradkettenradsatz dargestellt.

Die Fig. 1 stellt den Umschaltvorgang von dem kleineren Kettenrad C auf das größere Kettenrad A dar. Man erkennt in der oberen Hälfte der Fig. 1, daß die Kette B noch in Eingriff mit dem kleineren Kettenrad C ist. In der unteren Hälfte der Fig. 1 erkennt man, daß ein Teil der Kette B bereits auf dem größeren Kettenrad A aufliegt.

Der Übergang der Kette B von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A ist durch Bewegung des Leitrads 10 senkrecht zur Zeichenebene nach hinten eingeleitet worden zu einem gegenüber dem Zeitpunkt des Zustands nach Fig. 1 früheren Zeitpunkt, zu dem sich der Zahn A1 des großen Kettenrads A noch vor dem Bereich des Leitrads 10 befand. Dabei ist eine Übergangszone der Kette entstanden, die als ganze mit T bezeichnet ist, deren nachlaufendes Ende mit T1 und deren vorlaufendes Ende mit T2 bezeichnet ist. Diese Übergangszone wandert bei Weiterdrehung des Kettenradsatzes A, C in der Drehrichtung 11 weiter. Wenn das nachlaufende Ende T1 der Übergangszone T in den Ablaufbereich L gemäß Fig. 1 gerät, in welchem die Kette B sich vom Kettenradsatz löst, um dem tretkurbelseitigen Kettenradsatz zuzulaufen, dann ist der Schaltvorgang von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A beendet.

Der Schaltvorgang vom kleinen Kettenradsatz C auf den großen Kettenradsatz A läßt sich durch Betrachtung der Übergangszone T erklären, welche in Fig. 2 vergrößert dargestellt ist.

In Fig. 2, welche den Übergangsbereich T vergrößert darstellt, erkennt man einen Kettengelenkpunkt B1. Dieser Kettengelenkpunkt B1 ist in üblicher Weise durch einen Bolzen 13 und eine Kettenrolle 14 gebildet. Der Kettengelenkpunkt B1 ist derjenige Kettengelenkpunkt, der vor Wirksamwerden der Schaltbewegung des Leitrads 10 noch voll in den Eingriff mit dem kleinen Kettenrad c gelangt und zwar in eine Zahnücke zwischen den Zähnen C1 und C2 des kleinen Kettenrads C. Der Kettengelenkpunkt B5, der genauso ausgebildet ist wie der Kettengelenkpunkt B1, ist der erste Kettengelenkpunkt, der nach dem Wirksamwerden der Schaltbewegung des Leitrads 10 in vollen Eingriff mit dem großen Kettenrad A gelangt ist und zwar in die Zahnücke zwischen den beiden Zähnen A4 und A5 des großen Kettenrads A. Das große Kettenrad A weist zwischen den aufeinanderfolgenden Zähnen A2 und A4 eine Zahnfehlstelle auf, die mit A3 bezeichnet ist. An dieser Zahnfehlstelle A3 kann sich ein Sporn befinden, der bei A3 gestrichelt eingezeichnet ist; auf diesen wird später noch eingegangen.

Das kleine Kettenrad C weist zwischen seinen Zähnen C2 und C4 ebenfalls eine Zahnfehlstelle C3 auf. Die beiden Fehlstellen A3 und C3 ergeben vergrößerte Zahnücken ZA und ZC. Diese Zahnücken ZA und ZC erleichtern den Übergang der Kette B von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A. Dies läßt sich aus der Fig. 3 ersehen, wo die Übergangszone T und die Zahnücken ZC und ZA ebenfalls eingezeichnet sind.

Zum Verständnis der weiteren Beschreibung ist vorab bezüglich des Aufbaus der Kette B noch auf folgendes hinzuweisen:

Die Kette B weist zwischen aufeinanderfolgenden Kettengelenkpunkten, zum Beispiel den Kettengelenkpunkten B1 und B2, ein inneres Kettenlaschenpaar D3a

auf. Die in Fig. 3 jeweils links liegende Kettenlasche eines Kettenlaschenpaares ist mit dem Index g benannt; dies ist diejenige Kettenlasche, die zu den größer werdenden Kettenrädern eines Kettenradsatzes hin gelegen ist, während die jeweils rechts liegende Kettenlasche mit dem Index d bezeichnet ist. Demgemäß besteht das Kettenlaschenpaar D2i aus den Kettenlaschen D2ig und D2id und das äußere Kettenlaschenpaar D3a aus den beiden Kettenlaschen D3ag und D3ad. Zwischen den weiteren Kettengelenkpunkten B3 und B6 folgen dann abwechselnd ein inneres Kettenlaschenpaar D4i, ein äußeres Kettenlaschenpaar D5a und wieder ein inneres Kettenlaschenpaar D6i usw.

Die Kettenrolle 14 des Kettengelenkpunktes B1 liegt noch voll in Eingriff mit zwei aufeinanderfolgenden Zähnen C1 und C2 des kleinen Kettenrads C. Die Kettenrolle 14 des Kettengelenkpunktes B2 ist aus der vergrößerten Zahnücke ZC bereits etwas ausgehoben. Der nächste Kettengelenkpunkt B3 ist nicht in Treibeingriff mit dem Zahn A2, vielmehr liegt die linke Kettenlasche D3ag des äußeren Kettenlaschenpaares D3a in Fig. 3 rechts von dem Zahn A2, wobei die radiale Höhenlage des Kettengelenkpunktes B3 dadurch bestimmt ist, daß die linke Kettenlasche D3ag des Kettenlaschenpaares D3a auf einer Rampe 16 aufliegt, welche eine reliefartige Vertiefung 17 in der dem Betrachter gemäß Fig. 2 zugekehrten, in Fig. 3 rechts liegenden Vorderseite des großen Kettenrads A nach radial innen begrenzt. Der Kettengelenkpunkt B3 ist also gegenüber dem Zahn A2 senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 2 und in Fig. 3 nach rechts versetzt und ist außer Treibeingriff mit dem Zahn A2, wie sich insbesondere auch aus Fig. 3 ergibt. Der Zahn A4 greift zwischen die beiden Kettenlaschen des äußeren Kettenlaschenpaares D5a ein. Der Kettengelenkpunkt B5 ist der erste Gelenkpunkt, der mit seiner Kettenrolle 14 zwischen zwei aufeinanderfolgende Zähne A4 und A5 des großen Kettenrads A eingreift.

Man erkennt in Fig. 2, daß der Gelenkpunkt B2 von dem Boden ZC1 der vergrößerten Zahnücke ZC abgehoben ist; dies bedeutet, daß die Übergangskettenstrecke B1—B5 auch mit ihrem in Umlaufrichtung vordersten Abschnitt B1, B2 nicht tangential in das kleine Kettenrad C einläuft, sondern unter einem spitzen Winkel gegen eine Tangente an das kleine Kettenrad C, die durch den Gelenkpunkt B1 gelegt ist.

Aus der Fig. 3 ist ersichtlich, daß die vergrößerten Zahnücken ZC und ZA eine "Kettengasse" bilden und den Übergang der Kette B von dem mit dem kleinen Kettenrad C in Eingriff stehenden Gelenkpunkt B1 zu dem mit dem großen Kettenrad A in Eingriff stehenden Gelenkpunkt B5 erleichtern. Bei Einleiten des Kettenübergangs von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A wird die in Fig. 2 hintere, in Fig. 3 linke Kettenlasche D3ag des äußeren Kettenlaschenpaares D3a in Richtung auf eine reliefartige Vertiefung 17 gedrückt, so daß die radial innere Kante dieser hinteren Kettenlasche D3ag sich im weiteren Verlauf der Drehung des Kettenradsatzes gegen die Rampe 16 anlegt, welche die reliefartige Vertiefung 17 nach radial innen begrenzt. Zu beachten ist dabei, daß die hintere Kettenlasche D3ag des äußeren Kettenlaschenpaares D3a nicht voll in die Vertiefung 17 hineinfällt, sondern um deren hintere Endkante 17a kippt.

Der Übergang der Kette B von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A wird, wie bereits erwähnt, durch eine Bewegung des Leitrades 10 senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 1 eingeleitet, und zwar — entsprechend Fig. 3 — durch eine Bewegung des Leit-

rads 10 von rechts nach links. Durch diese Bewegung des Leitrades 10 von rechts nach links wird ein Vorbereitungszustand für den Kettenübergang herbeigeführt. Die Kette B kann aber solange nicht auf das große Kettenrad A übergehen, als die Kette B seitlich an den Zähnen A1 und A2 anliegt. Erst wenn im weiteren Verlauf der Drehung des Kettenradsatzes in Pfeilrichtung 11 die im Einlaufbereich 15 einlaufende Lasche D3ag des äußeren Kettenlaschenpaares D3a durch die Rampe 16 nach radial auswärts angehoben worden ist und das innere Kettenlaschenpaar D4i in Deckung mit der vergrößerten Zahnücke ZA gekommen ist, kann der Übergang auf das große Kettenrad stattfinden, indem dann der Zahn A4 des großen Kettenrads A zwischen die Kettenlaschen des äußeren Kettenlaschenpaares D5a eingreift.

Zu beachten ist, daß auch dann, wenn ein Sporn 19 an der Zahnfehlstelle A3 vorhanden ist, dieser Sporn 19 zu keinem Zeitpunkt als Zahn wirksam ist, d. h. in keinem Zeitpunkt zur Drehmomentübertragung von der Kette B auf das große Kettenrad A wirksam ist. Solange der Übergangsbereich T der Kette B von der Einlaufstelle 15 zum Ablaufbereich L wandert, liegt die Kettenrolle 14 des Kettengelenkpunktes B5 der in Pfeilrichtung 11 nachlaufenden Flanke A4r des Zahns A4 drehmomentübertragungsfähig bei 21 gegenüber und andererseits liegt die Kettenrolle 14 des Kettengelenkpunktes B1 der in Pfeilrichtung 11 nachlaufenden Flanke C1r des Zahns C1 drehmomentübertragungsfähig bei 20 gegenüber. Wenn im weiteren Verlauf der Drehung des Kettenradsatzes A,C die Drehmomentübertragungsstelle 20 zwischen dem Gelenkpunkt B1 und der Nachlaufkante des Zahns C1 in den Ablaufbereich L einläuft, wird die Kettenrolle 14 des Gelenkpunktes B1 aus dem Eingriff zwischen den beiden Zähnen C1 und C2 ausgehoben, die Drehmomentübertragung an der Stelle 20 entfällt und es findet nunmehr eine Drehmomentübertragung an der Stelle 21 zwischen dem Kettengelenkpunkt B5 und der Nachlaufkante A4r statt, wobei das nachlaufende Laschenende der in Fig. 3 linken Lasche D3ag des äußeren Kettenlaschenpaares D3a sich in Pfeilrichtung 11 am nachlaufenden Ende der Rampe 16 und/oder am Grund ZA1 der vergrößerten Zahnücke ZA nach wie vor abstützt. Gemäß Fig. 2 und 3 liegt die in Fig. 3 links gelegene linke Kettenlasche D4ig des inneren Kettenlaschenpaares D4i rechts von dem etwa vorhandenen Sporn 19.

Bei der Beschreibung der Fig. 2 und 3 wurde davon ausgegangen, daß mit dem Bereich der vergrößerten Zahnücke ZA ein inneres Kettenlaschenpaar D4i zusammenfällt.

Der Fall, daß ein äußeres Kettenlaschenpaar D4a mit dem Bereich der vergrößerten Zahnücke ZA zusammenfällt, ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt.

Aus der Fig. 5 erkennt man, daß der an der Zahnfehlstelle A3 etwa vorhandene Sporn 19 nunmehr zwischen den beiden Laschen des äußeren Kettenlaschenpaares D4a eingreift, was dadurch ermöglicht wird, daß an der Stelle A3 kein Zahn vorhanden ist, sondern eben nur der Sporn 19, welcher keine Drehmomentübertragungsfunktion besitzt, sondern allenfalls eine seitliche Kettenführungsfunktion beim Rückwärtstreten, so daß dieser Sporn ohne die Gefahr einer Überlastung in Längs- und in Querrichtung der Kette so klein ausgebildet werden kann, daß er zum einen gemäß Fig. 3 außerhalb der Kette und zum anderen gemäß Fig. 5 innerhalb der Kette liegen kann. Wäre an der Stelle A3 ein Zahn vorhanden, so wäre es nicht möglich, einerseits gemäß Fig. 3

die linke Innenlasche D4ig des inneren Kettenlaschenpaars D4i durch den Bereich ZA hindurch an der rechten Seite des Sporns 19 vorbeizuführen und andererseits gemäß Fig. 5 die linke Lasche D4ag des äußeren Kettenlaschenpaars D4a durch den Bereich ZA so an der linken Seite des Sporns 19 vorbei zu führen, daß in beiden Fällen der nachfolgende Zahn A4 zwischen die beiden Laschen des äußeren Kettenlaschenpaars D5a (Fig. 3) bzw. des inneren Kettenlaschenpaars D5i hineintreten kann (Fig. 5).

Auch in dem Zustand nach den Fig. 4 und 5 wird — wenn vorhanden — der Sporn 19 niemals als ein mit den Kettenrollen 14 der benachbarten Gelenkpunkte zusammenwirkender Zahn wirksam. Man erkennt weiter aus Fig. 4 und 5, daß im Gegensatz zu Fig. 2 und 3 der Rampe 16 die Lasche D3ig des inneren Kettenlaschenpaars D3i zugeordnet ist. Die Abstützung des Ketten gelenkpunktes B3 erfolgt hier dadurch, daß das Vorlaufende der in Fig. 54 linken Kettenlasche D4ag des äußeren Kettenlaschenpaars D4a sich am Grund ZA1 der vergrößerten Zahn lücke ZA abstützt.

Es ist ein besonderer Vorteil, daß gemäß Fig. 2 einerseits und gemäß Fig. 4 andererseits jeweils der gleiche Zahn A4 zwischen die Laschen des äußeren Kettenlaschenpaars D5a bzw. des inneren Kettenlaschenpaars D5i eingreift.

Derjenige Zahn A4 des großen Kettenrads A, der beim Übergang der Kette von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A als erster Zahn zwischen die Kettenlaschen eines Kettenlaschenpaars D5a bzw. D5i eintritt, ist mit einer Abschrägung 22 versehen (Fig. 3, 5 und 6). Die Abschrägung 22 bedeutet eine Schwächung des Zahns A4. Wenn unabhängig von der Zuordnung eines inneren Kettenlaschenpaars oder eines äußeren Kettenlaschenpaars zur Zahn lücke ZA jedesmal der gleiche Zahn A4 gemäß Fig. 3 und 5 als erster zwischen die Laschen des jeweiligen Kettenlaschenpaars D5a bzw. D5i eintritt, so bedeutet dies, daß nur ein Zahn, im Beispielsfall der Zahn A4, mit der Schräge 22 versehen und damit geschwächt werden muß. Es sei hier im Vorgriff auf die spätere Beschreibung des Umschaltvorgangs der Kette B von dem größeren Kettenrad A auf das kleinere Kettenrad C darauf hingewiesen, daß es auf diese Weise möglich wird, an den Zähnen A5 und A6 gemäß Fig. 2 und 4 andere Abschrägungen 23 anzubringen, die im Hinblick auf den Umschaltvorgang von dem großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad c erwünscht sind. Würde man nämlich an dem Zahn A5 auch noch eine Abschrägung 22 anbringen müssen entsprechend der Abschrägung 22 am Zahn A4, so würde die gleichzeitige Anbringung der Abschrägung 23 zu einer übermäßigen Schwächung des Zahns A5 führen, was zum Abbrechen oder vorzeitigen Verschleiß des drehmomentbelasteten Zahns A5 führen könnte.

Bei Einleitung des Kettenübergangs von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A entsprechend Fig. 4 und 5 wird die gemäß Fig. 5 linke Lasche D4ag des äußeren Kettenlaschenpaars D4a in die vergrößerte Zahn lücke ZA hineingedrückt. Im weiteren Verlauf der Drehung in Pfeilrichtung F ergeben sich dann die in Fig. 4 und 5 gezeigten Stellungen des inneren Laschenpaars D3i und des äußeren Laschenpaars D4a, wobei der Sporn 19, sofern vorhanden, zwischen die beiden Laschen des äußeren Laschenpaars D4a hineintritt. Wenn bei diesem Vorgang die linke Lasche D3ig des inneren Laschenpaars D3i keine oder keine ausreichende Unterstützung auf der Rampe 16 findet, so wird diese Unterstützung ersetzt durch das Aufliegen der linken

Lasche D4ag auf dem Grund ZA1 der vergrößerten Zahn lücke ZA.

Der Übergang von der Drehmomentübertragung zwischen der Kette B und dem kleinen Kettenrad C auf die Drehmomentübertragung zwischen der Kette B und dem großen Kettenrad A andererseits erfolgt im weiteren Verlauf so, wie für die Situation gemäß Fig. 2 und 3 beschrieben.

Einzelheiten des großen Kettenrads A im Bereich der vergrößerten Zahn lücke ZA sind in der Fig. 6 zu erkennen. Es wird dort insbesondere auf die Gestaltung der reliefartigen Vertiefung 17 mit der Rampe 16, der Kante 17a und der radial einwärts vorgenommenen Erweiterung 17b sowie auf die Gestaltung der vorbeschriebenen Abschrägungen 22 und 23 hingewiesen. Man erkennt ferner den Grund der vergrößerten Zahn lücke ZA, der mit ZA1 bezeichnet ist.

Die Zähne A1, A2 und A5 sind mit Abschrägungen 27 versehen. Bei Einleitung des Schaltvorgangs von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A wird das Leitrad 10 und demgemäß auch die Kette B in Richtung auf das große Kettenrad A hingedrückt und ange nähert. Damit trotz dieser Annäherung die Kette nicht auf die Zahnsitzen der Zähne des großen Kettenrads auflaufen kann, sind diese Abschrägungen 27 vorgesehen. Wenn sich die Kette B nach dem Einlauf in den Kettenradsatz im Zuge der Weiterdrehung des Kettenradsatzes bezüglich der Achse des Kettenradsatzes radial nach innen bewegt, trifft sie nicht auf die Zahnsitzen, sondern auf die Abschrägungen 27 und gleitet dann über die Abschrägungen 27 in Richtung auf den Eingriff mit dem kleinen Kettenrad C zurück. Erst wenn im Zuge der Weiterdrehung des Kettenradsatzes in Pfeilrichtung die Kette axial der reliefartigen Vertiefung 17 und der vergrößerten Zahn lücke ZA gegenübersteht, wird der Eingriff mit dem kleinen Kettenrad C aufgehoben, indem die Kette nunmehr unter der Einwirkung axialer Bewegung des Leitrads in Richtung von dem kleinen Kettenrad C weg bewegt werden kann.

Am Zahn A4 fehlt die Abschrägung 27. Dieser Zahn A4 weist die Abschrägung 22 auf seiner von dem kleinen Kettenrad abgelegenen Seite auf, damit der Zahn A4 gleichgültig, ob er in Radialflucht mit den Außenlaschen D5a gemäß Fig. 3 oder mit den Innenlaschen D5i gemäß Fig. 5 tritt, zwischen die jeweiligen Laschen einfädelt kann.

Die Fig. 3 und 5 lassen erkennen, daß keiner der am Kettenübergang beteiligten Zähne eine Sprengwirkung auf ein Kettenlaschenpaar ausüben kann. Dies gilt insbesondere auch dort, wo Zähne in innere Laschenpaare, also in enge Zwischenräume zwischen zwei Innenlaschen, eingreifen und wo deshalb nach dem Stand der Technik stets die Gefahr eines Absprengens der Außenlaschen von den Kettenbolzen bestand.

In den Fig. 7 und 8 ist das Umschalten von dem großen Kettenrad A auf das kleinere Kettenrad C im einzelnen dargestellt. Für die Betrachtung des Umschaltvorgangs ist in Fig. 7 der Bereich zwischen dem Zahn A2 des großen Kettenrads und dem Zahn C9 des kleinen Kettenrads relevant.

In einer Darstellung entsprechend Fig. 1 für den Zustand gemäß Fig. 7 hat man sich den Zahn C9 in Umlaufrichtung 11 hinter der Stelle T1 der Fig. 1 vorzustellen, während man sich den Zahn A2 in Umlaufrichtung 11 vor dem Ablaufbereich L vorzustellen hat.

In den Fig. 6, 7 und 8 sind an den Zähnen A5 und A6 die Abschrägungen 23 angebracht, wozu insbesondere auf Fig. 6 verwiesen wird. Die Zähne A5 und A6 sind

diejenigen Zähne, die entgegen der normalen Umlaufrichtung 11 als erster Zahn A5 und als zweiter Zahn A6 auf denjenigen Zahn A4 folgen, welcher bei der zuvor betrachteten Umschaltung von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A als erster zwischen die Laschen eines Laschenpaares eingegriffen hat. Anders ausgedrückt kann man auch sagen, daß der Zahn A5 mit der Abschrägung 23 derjenige Zahn ist, der entgegen der Umlaufrichtung 11 als zweiter auf die Fehlstelle A3 folgt und der Zahn A6 mit der Abschrägung 23 derjenige ist, der als dritter Zahn auf die Fehlstelle A3 folgt.

Das Umschalten von dem großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad C ist grundsätzlich weniger kritisch als das Umschalten von dem kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A. Dies liegt zum ersten darin begründet, daß es leichter ist, die unter Spannung stehende Kette B von einem großen Kettenrad A auf ein kleines Kettenrad C umzusetzen, was durch die Kettenspannung unterstützt wird. Ein weiterer Grund liegt darin, daß der Übergang von einem großen Kettenrad auf ein kleines Kettenrad dann vorgenommen wird, wenn man in der Richtung vom Berggang zum Schnellgang schalten will: dann liegt regelmäßig eine für das Umschalten günstige größere Umlaufgeschwindigkeit vor und andererseits auch ein für das Umschalten günstiges geringeres Drehmoment. Trotzdem wird angestrebt, auch das Umschalten von dem größeren Kettenrad A auf das kleinere Kettenrad C möglichst rasch, stoßfrei und geräuscharm zu bewirken. Diesem Ziele dienen nun die Abschrägungen 23 an den Zähnen A5 und A6, wobei bezüglich des Zahns A5 insbesondere wieder auf die Fig. 6 verwiesen wird. Die Abschrägungen 23 sind, wie insbesondere aus Fig. 6 und aus Fig. 8 zu ersehen, längs einer Umfangslinie TK (Fig. 6) gegenüber einer zur Achse des Kettenradsatzes orthogonalen Ebene so geneigt, daß bei Fortschreiten in Drehrichtung 11 längs der Umfangslinie TK die Schrägfläche 23 von dem benachbarten kleineren Kettenrad C zunehmenden axialen Abstand hat. Dies ergibt sich auch aus dem Vergleich der Zahndicken b und a im Bereich der jeweiligen Vorlaufkante der Zähne A5 und A4, wo b geringer ist als a.

Wenn man von dem größeren Kettenrad A auf das kleinere Kettenrad C schalten will, so bewegt man in Fig. 1 das Leitrad 10 wiederum orthogonal zur dortigen Zeichenebene, jedoch diesmal auf den Betrachter zu, das heißt, in Fig. 8 betrachtet nach rechts; mit anderen Worten: man versucht die Kette B in Achsrichtung des Kettenradsatzes auf das benachbarte kleinere Kettenrad C hinzuschieben. Der Übergang der Kette wird erleichtert, wenn sich der Zahn A5 oder der Zahn A6 im Einlaufbereich 15 (siehe Fig. 1) befindet. Dann kann nämlich gemäß Fig. 8 die in Fig. 8 linke Lasche D6ig des inneren Kettenlaschenpaares D6i im Bereich des Zahns A5 an die dem kleineren Kettenrad C zugekehrte Schrägfläche 23 gelangen. Dann können die dem inneren Kettenlaschenpaar D6i folgenden Kettenlaschenpaare D7a, D8i und D9a beim Einlauf an der Stelle 15 nicht mehr in Eingriff mit den auf den Zahn A6 folgenden Zähnen des großen Kettenrads A gelangen. Die Kette senkt sich auf den Außenumfang des kleinen Kettenrads C radial einwärts bezüglich der Achse des Kettenradsatzes ab. Die Gelenkpunkte B6, B7 und B8 können mit ihren Kettenrollen 14 noch nicht zwischen aufeinanderfolgende Zähne des kleinen Kettenrads eingreifen, wie aus Fig. 7 durch die dortige Darstellung des Umfangsversatzes ersichtlich. Eine Radialeinwärtsbewegung des Gelenkpunktes B6 ist dadurch verhindert,

daß die in Fig. 8 links liegende Lasche D7ag des äußeren Kettenlaschenpaares D7a sich an der Schulter 30 (siehe Fig. 6) abstützt, die als Folge der Abschrägung 23 entstanden ist, andererseits können sich die Kettenrollen 14 der Gelenkpunkte B7 und B8 an den Zähnen C7 bzw. C8 anlehnen. Dagegen kann der Gelenkpunkt B9 zwischen die aufeinanderfolgenden Zähne C8 und C9 eingreifen. Die Existenz der verlängerten Zahnücke ZA begünstigt zusammen mit den Abschrägungen 23 der Zähne A5 und A6 die Schrägstellung der Kette bei einer Bewegung des Leitrads 10 in Richtung auf das kleinere Kettenrad, wie aus Fig. 8 ersichtlich. Auch die vergrößerte Zahnücke ZC gemäß Fig. 7 kann zur Erleichterung des Kettenübergangs zwischen dem großen Kettenrad und dem kleinen Kettenrad C beitragen.

Die Fig. 9 zeigt die Situation, daß bei einer Umschaltung der Kette B von dem großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad C im Bereich der Zahnfehlstelle A3 ein äußeres Kettenlaschenpaar D5a und demgemäß im Bereich des Zahns A4 ein inneres Kettenlaschenpaar D6i und im Bereich des Zahns A5 ein äußeres Kettenlaschenpaar D7a liegt. Dann kann an der Einlaufstelle 15 gemäß Fig. 1 die Kette aufgrund ihrer beschränkten Biegefähigkeit aus ihrer Hauptebene nicht soweit ausgebogen werden, daß die in Fig. 9 linke Lasche D7ag des äußeren Kettenlaschenpaares D7a rechts von dem Zahn A5 zu liegen kommt; vielmehr wird die linke Lasche D7ag des äußeren Kettenlaschenpaares D7a gemäß Fig. 9 noch auf der linken Seite des Zahns A5 vorbeigehen. Erst die dem Zahn A6 zugeordnete linke Lasche D8ig des inneren Kettenlaschenpaares D8i kann dann an der in Fig. 9 rechten Seite des Zahns A6 vorbeigehen. Hier begünstigt dann die Schräge 23 des Zahns A6 den Übergang der Kette von dem großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad C. Für beide Situationen gemäß Fig. 7 und 8 einerseits und gemäß Fig. 9 andererseits gilt, daß es eine Schaltpräferenz an einem bestimmten Zahn A5 bzw. A6 des großen Kettenrads A gibt. Die Kette wird deshalb mit erhöhter Wahrscheinlichkeit dann auf das kleine Kettenrad c wechseln, wenn nach einmal erfolgter Verstellung oder Vorspannung des Leitrads 10 in Richtung auf das kleinere Kettenrad C im Einlaufbereich 15 der Zahn A5 bzw. A6 vorliegt.

Die Fig. 1 läßt erkennen, daß es am großen Kettenrad A insgesamt drei vergrößerte Zahnücken ZA und am kleinen Kettenrad C drei vergrößerte Zahnücken ZC gibt. Dies resultiert aus dem eingangs erwähnten Zähnezahlnverhältnis 21 : 18, das eine Zähnezahlnverhältnis von 3 ergibt. Es können deshalb bei einer vorbestimmten Winkelanordnung der beiden Zahnräder A und C entsprechend den Darstellungen in den Figuren beispielsweise drei Übergangsbereiche geschaffen werden, in denen sowohl Übergänge vom großen Kettenrad → kleines Kettenrad als auch vom kleinen Kettenrad → großes Kettenrad möglich sind. In diesen Übergangsbereichen sind jeweils übereinstimmende Verzahnungskonfigurationen der beiden Kettenräder gegeben. Die vorstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 9 beschriebenen Zahnverhältnisse sind im Bereich jeder dieser vergrößerten Zahnücken ZA und ZC vorhanden, so daß an insgesamt jeweils 3 Stellen vom kleinen Kettenrad C auf das große Kettenrad A geschaltet werden kann und für den Übergang von dem großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad C an drei Stellen eine Präferenz besteht. Wegen des erleichterten Übergangs der Kette B von dem großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad C kann zwar nicht mit Sicherheit erwartet werden, daß jedesmal, wenn das Leitrad 10 an das kleine Kettenrad

C angenähert wird, die Schaltung erst an den Präferenzstellen erfolgt, so wie vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 7 bis 9 beschrieben. Es besteht jedoch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, daß an diesen Präferenzstellen die Umschaltung stattfindet, so daß sich für den Benutzer das Verhalten der Kettenschaltung auch im Hinblick auf das Schalten vom großen Kettenrad A auf das kleine Kettenrad C unter Last als besonders stoßfrei und geräuscharm darstellt.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 10 und 11 ist folgendes zu beachten: Man erkennt insbesondere in Fig. 11 aus der dortigen Eingriffssituation zwischen dem großen Kettenrad A und der Kette B, daß die Kettenbolzen 13 und die zugehörigen Kettenrollen 14 mit ihren Gelenkachsen G auf einer geradlinigen Verbindungslinie V angeordnet sind. Dies entspricht nicht dem einfachen Weglassen eines Zahns in der Position A3 zwischen den Zähnen A2 und A4; die Zahnücke ZA ist vielmehr anders gestaltet als wenn nur der Zahn A3 zwischen den Zähnen A2 und A4 "herausgefeilt" würde. Die Anordnung der Gelenkachsen G der Gelenkpunkte B3, B4 und B5 auf der geraden Verbindungslinie V führt dazu, daß trotz des Vorhandenseins der vergrößerten Zahnücken ZA in dem großen Kettenrad A (dies gilt aber auch für das kleine Kettenrad C) immer perfekte Eingriffsverhältnisse zwischen der Kette und den Zahnücken einschließlich der vergrößerten Zahnücken bestehen. Man kann sich dies auch so vorstellen, daß sich die Kettenstrecke zwischen den Gelenkpunkten B3 und B5 trotz des Zwischengelenkpunkts B4 wie ein einziger starrer Kettenabschnitt zwischen den Gelenkpunkten B3 und B5 verhält, welcher der vergrößerten Länge der Zahnücke ZA entspricht. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn gemäß Fig. 1 und 11 die Kette B im Bereich L von dem Kettenradsatz A, C abläuft und die Verbindungslinie V annähernd parallel zu dem Kettenobertrum 12 liegt, welches zu einem tretkurbelseitigen Kettenrad führt.

Es wurde festgestellt, daß die Gestaltung, die in der Anordnung der Gelenkpunkte B3, B4 und B5 auf einer gemeinsamen Verbindungslinie zum Ausdruck kommt, ein verbessertes Verhalten der Kettenschaltung erreicht wird, sowohl unter dem Gesichtspunkt der Stoß- und Geräuschfreiheit als auch unter dem Gesichtspunkt der Beanspruchung und Abnutzung sowohl von Kette als auch von Kettenrädern.

Die Anordnung, die in Fig. 11 vergrößert dargestellt ist, erkennt man in Fig. 10 anhand des gesamten Umfangs des Kettenradsatzes. Man erkennt dort in Fig. 10 eine unregelmäßige Polygonlinie P, innerhalb welcher verlängerte Polygonseiten P1 mit kürzeren Polygonseiten P2 abwechseln. Die längeren Polygonseiten P1 entsprechen einem Zentriwinkel α und erstrecken sich vom Gelenkpunkt B5 bis zum Gelenkpunkt B3. Die Polygonseite P1 entspricht dabei der Verbindungslinie V gemäß Fig. 11. Die kürzere Polygonseite P2 entspricht beispielsweise der Verbindung zwischen dem Gelenkpunkt B2 und dem Gelenkpunkt B3. Die Zähne A2, A4, A5 und die Zahnfehlstelle A3 sind auch in Fig. 10 schematisch angedeutet. Die Gestaltung eines Kettenrads gemäß Fig. 10 erfordert insofern erheblichen Aufwand, als die Zahn- und Zahnückenverteilung über den Umfang entsprechend der Polygonlinie P jedesmal gesondert berechnet werden muß.

Es ist bekannt, daß die polygonartige Verteilung der Gelenkpunkte auf einem Kettenrad auch dann, wenn das Polygon ein regelmäßiges, gleichseitiges Polygon ist, zu Schwankungen in der Größe des übertragenen Dreh-

moments und damit zu Drehmomentänderungen führt, die dem Radfahrer bemerkbar werden können.

Bei der erfindungsgemäßen Gestaltung eines Kettenrads gemäß Fig. 10 ist die Möglichkeit solcher Schwankungen wegen der Ungleichmäßigkeiten des Polygonverlaufs noch vergrößert. Es hat sich jedoch gezeigt, daß diese Erscheinung in Kauf genommen werden kann, wenn man den Vorteil der verringerten Ketten- und Kettenradabnutzung und der verminderten Schallgeräusche in Betracht zieht.

Was vorstehend anhand von zwei Kettenrädern eines getriebenen nabenseitigen Kettenradsatzes eines Fahrrads ausgeführt wurde, gilt auch für jede andere Paarung von zwei einander benachbarten Kettenrädern, wenn der Kettenradsatz mehr als zwei solcher Kettenräder umfaßt. Die Gestaltung sämtlicher Kettenräder muß im Hinblick auf die Zähnezahlnum benachbarter Kettenräder bestimmt werden und insbesondere im Hinblick auf die Zähnezahlnumverhältnisse zwischen benachbarten Kettenrädern. Ebenso muß die Winkeleinstellung zwischen den Kettenrädern jedes Kettenradpaares ein für allemal festgelegt werden, so daß beim Schalten von dem kleinen auf das große Kettenrad die Kettenlänge des gekrümmt oder abgelenkt verlaufenden Kettenabschnitts B1—B5 zwischen den Gelenkpunkten B1 und B5 jeweils wenigstens annähernd dem durch die dort herrschende Zahngeometrie vorgegebenen Wegverlauf dieses Kettenabschnitts zwischen den Gelenkpunkten B1 und B5 entspricht. Bei Zähnezahldifferenzen von mehr als 3 können auch mehr als die genannten Gelenkpunkte B1—B5 in den Übergangsbereich fallen. Im übrigen ist es nicht zwingend, daß radial innerhalb einer vergrößerten Zahnücke ZA des größeren Kettenrads auch eine vergrößerte Zahnücke ZC des kleineren Kettenrads liegt und insbesondere ist die in Fig. 1 gezeigte Verlaufsordnung der vergrößerten Zahnücke ZC des kleineren Kettenrads gegenüber der vergrößerten Zahnücke ZA des größeren Kettenrads nicht zwingend. Der Übergangskettenabschnitt T darf weder zu locker noch zu stramm sein, wenn einerseits der Gelenkpunkt B1 im Eingriff zwischen den Zähnen C1 und C2 und andererseits der Gelenkpunkt B5 im Eingriff zwischen den Zähnen A4 und A5 ist. Nur dann ist gewährleistet, daß ein stoß- und geräuschfreier Übergang der Drehmomentübertragung zwischen den verschiedenen Kettenrädern stattfindet.

Es versteht sich, daß in jedem Kettenrad der Mittelpunktabstand zweier in Eingriff befindlicher Kettenrollen 14, also der Mittelpunktabschnitt etwa zwischen den Kettenrollen B2 und B3 der Kettenteilung von Gelenkpunkt zu Gelenkpunkt entspricht. Dies muß für alle beteiligten Kettenräder gelten.

Die vorstehend anhand eines Hinternaben-Kettenradsatzes eines Fahrrads erläuterten Prinzipien sind auch dann anzuwenden, wenn ein tretkurbelseitiger Kettenradsatz mit mehreren Kettenrädern ausgestattet ist und die Kette zur Veränderung des Übersetzungsverhältnisses zwischen verschiedenen Kettenrädern des Tretkurbel-Kettenradsatzes umgelegt werden soll.

Es wurde im Vorstehenden davon ausgegangen, daß jeweils nur ein Zahn zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zähnen eines Kettenrads ausgespart werden soll. Es ist auch möglich, daß mehr als ein Zahn zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zähnen des jeweiligen Kettenradsatzes ausgespart wird, wobei dann das Polygon gemäß Fig. 10 und 11 entsprechend ungleich wird. Der Vorteil der Aussparung von mehr als einem Zahn zwischen zwei benachbarten Zähnen liegt darin, daß dann

die "Gasse" für den Kettendurchgang noch größer werden kann, so daß Probleme durch die Auslenkung der Kette aus ihrer Umlaufebene beim Umlegen der Kette vermieden werden.

Der am großen Kettenrad A in der vergrößerten Zahnücke ZA vorgesehene Sporn hat, wie schon mehrfach ausgeführt, keinerlei Zahnfunktion; er dient lediglich der seitlichen Kettenführung beim Rückwärtsbewegen der Kette entgegen der normalen Umlaufrichtung 11. Der Sporn wird in der Regel, wenn überhaupt, so nur in den vergrößerten Zahnücken des jeweils größten Kettenrads oder der größten Kettenräder eines Kettenradsatzes vorgesehen.

Patentansprüche

1. Kettenschaltung, insbesondere für Fahrräder, umfassend eine treibende Kettenradeinheit und eine angetriebene Kettenradeinheit (A—C) sowie eine diese beiden Kettenradeinheiten miteinander verbindende Kette (B), wobei mindestens eine (A—C) der Kettenradeinheiten als Mehrkettenradeinheit (A—C) mit mindestens zwei Kettenrädern (A, C), nämlich einem größeren (A) und einem kleineren Kettenrad (C), ausgebildet ist, wobei weiter die beiden Kettenräder (A, C) der Mehrkettenradeinheit (A—C) je eine Vielzahl von Zähnen (A1 ... ; C1 ...) und eine entsprechende Vielzahl von zwischen jeweils einem Zahnpaar (A1, A2; C1, C2) gebildeten Zahnücken (A1-A2; C1-C2) aufweist, wobei weiter die Kette (B) von aufeinanderfolgenden Kettengelenken (B1 ...) und von inneren (D2i) und äußeren Laschenpaaren (D3a) in abwechselnder Reihenfolge zwischen den Kettengelenken (B1 ...) gebildet ist, wobei weiter zum Umlegen der Kette zwischen den beiden Kettenrädern (A, C) der Mehrkettenradeinheit (A—C) eine Umlegeeinrichtung (10) in einem Einlaufbereich (15) vorgesehen ist, in welchem die Kette (B) bei normaler Umlaufrichtung (11) der Kette (B) und der Kettenräder (A, C) in die Mehrkettenradeinheit (A—C) einläuft und diese Umlegeeinrichtung (10) dazu ausgebildet ist, um der Kette (B) Bewegungen in einer zur Achse (X) der Mehrkettenradeinheit (A—C) parallelen Richtung zu erteilen, wobei weiter beim Umlegen der Kette (B) zwischen den Kettenrädern (A, C) der Mehrkettenradeinheit (A—C) sich eine Kettenübergangsstrecke (B1—B5) zwischen einem altbesetzten (C) und einem neubesetzten (A) der beiden Kettenräder ausbildet, welche Kettenübergangsstrecke (B1—B5) den Umlaufbereich der Mehrkettenradeinheit (A—C) vom Ketteneinlaufbereich (15) bis zu einem Kettenablaufbereich (L) der Mehrkettenradeinheit (A—C) durchläuft, wobei weiter die Kettenübergangsstrecke (B1—B5) sich entgegen der normalen Umlaufrichtung (11) des Kettenradsatzes (A, C) erstreckt von einem Kettengelenk (B1), das als letztes Kettengelenk (B1) zwischen zwei Letztzähne (C1, C2) eines Letztzahnepaares (C1, C2) des altbesetzten Kettenrads (C) eingreift, zu einem Kettengelenk (B5), das als erstes zwischen zwei Erstzähne (A4, A5) eines Erstzahnepaares (A4, A5) des neubesetzten Kettenrads (A) eingreift

und wobei in mindestens einem der Kettenumlegung in der Umlegerichtung kleineres Kettenrad (C) → größeres Kettenrad (A) entsprechenden Kettenübergangsbereich (T) der Mehrkettenradeinheit (A—C) an den Kettenrädern (A, C) Gestaltungsmaßnahmen getroffen sind, um in diesem Kettenübergangsbereich (T) das Umlegen der Kette (B) zwischen den beiden Kettenrädern (A, C) zumindest in der Umlegerichtung kleineres Kettenrad (C) → größeres Kettenrad (A) zu erleichtern und den Verlauf der entsprechenden Kettenübergangsstrecke (B1—B5) festzulegen, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- a) in dem dem Umlegen von dem kleineren Kettenrad (C) auf das größere Kettenrad (A) entsprechende Kettenübergangsbereich (T) ist an dem größeren Kettenrad (A) unter Bildung einer Doppelzahnücke (ZA) ein Zahn (bei A3) ausgespart, welcher in der normalen Umlaufrichtung (11) dem vorlaufenden Erstzahn (A4) des Erstzahnepaares (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) vorangeht;
- b) an dem großen Kettenrad (A) ist auf seiner dem kleineren Kettenrad (C) zugekehrten Seitenfläche im Basisbereich eines Zahns (A2), welcher der Doppelzahnücke (ZA) in der normalen Umlaufrichtung (11) vorausgeht und gewünschtenfalls noch in dem vorlaufenden Endbereich der Doppelzahnücke (ZA) eine Laschenauflagerampe (16) ausgebildet, welche in normaler Umlaufrichtung (11) dem nachlaufenden Letztzahn (C2) des Letztzahnepaares (C1, C2) des kleineren Kettenrads (C) nachläuft;
- c) durch die Laschenauflagerampe (16) und einen Boden (ZA1) der Doppelzahnücke (ZA) ist ein — in axialer Richtung betrachtet — nach radial außen konvex gekrümmter oder geknickter Verlauf (B1, B2, B3, B4, B5) der Kettenübergangsstrecke (B1—B5) innerhalb des Kettenübergangsbereichs (T) zwischen dem Erstzahnepaar (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) und dem Letztzahnepaar (C1, C2) des kleineren Kettenrads (C) erzwungen, wobei die gekrümmte Kettenübergangsstrecke (B1—B5) in die Zahnücke (C1—C2) zwischen den beiden Letztzähnen (C1, C2) des Letztzahnepaares (C1, C2) des kleineren Kettenrads (C) einmündet;
- d) der in normaler Umlaufrichtung (11) vorauslaufende Erstzahn (A4) des Erstzahnepaares (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) ist für den Eingriff sowohl zwischen die Laschen eines Innenlaschenpaares (D5i) als auch zwischen die Laschen eines Außenlaschenpaares (D5a) ausgebildet.

2. Kettenschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem kleineren Kettenrad (C) ein auf den nachlaufenden Letztzahn (C2) des Letztzahnepaares (C1, C2) folgender Zahn (bei C3) unter Bildung einer Mehrfachzahnücke (ZC) des kleineren Kettenrads (c) ausgespart ist.

3. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Laschenauflagerampe (16) von dem radial inneren Rand einer reliefartigen Vertiefung (17) in einer dem kleineren Kettenrad (C) zugekehrten Seitenfläche des größeren Kettenrads (A) gebildet ist.

4. Kettenschaltung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die reliefartige Vertiefung (17) eine in normaler Umlaufrichtung (11) vorauslaufende in bezug auf die Achse (X) der Mehrkettenradeinheit (A—C) im wesentlichen radial verlaufende Vorlaufkante (17a) besitzt, wobei eine dieser Vorlaufkante (17a) in axialer Richtung benachbarte Kettenlasche (D2ig) jeweils über diese Vorlaufkante (17a) hinwegläuft.

5. Kettenschaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die reliefartige Vertiefung (17) in einem der normalen Umlaufrichtung (11) entsprechenden Vorlaufbereich vor einem Vorlaufende der Laschenauflagerampe (16) radial einwärts in Richtung auf die Achse (X) der Mehrkettenradeinheit (A—C) erweitert ist.

6. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß der vorlaufende Erstzahn (A4) des Erstzähnpaars (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) auf seiner von dem kleineren Kettenrad (C) abgelegenen Seitenfläche (22) nach radial auswärts und zum kleineren Kettenrad (C) hin abgeschrägt ist.

7. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil derjenigen Zähne (A1, A2, A5, A6) des größeren Kettenrads (A), die nicht identisch sind mit dem vorlaufenden Erstzahn (A4) des Erstzähnpaars (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) auf ihrer dem kleineren Kettenrad (C) zugekehrten Seite (27) nach radial außen und von dem kleineren Kettenrad (C) weg abgeschrägt sind, und zwar mindestens und vorzugsweise in einem radial äußeren Bereich (27) ihrer radialen Höhe.

8. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—7, dadurch gekennzeichnet, daß an der Stelle (A3) des ausgesparten Zahns der Doppelzahnücke (ZA) zumindest des größeren Kettenrads (A) ein Sporn (19) vorgesehen ist, welcher im Fall der axialen Nachbarschaft zu einem Innenlaschenpaar (D4i) außerhalb des Zwischenraums dieses Innenlaschenpaars (D4i) liegt, und zwar auf der Außenseite derjenigen Innenlasche (D4ig), welche dem kleineren Kettenrad (C) ferner ist, und welcher im Fall der axialen Nachbarschaft zu einem Außenlaschenpaar (D4a) in den Zwischenraum der Laschen dieses Außenlaschenpaars (D4a) hineinragt.

9. Kettenschaltung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ggf. mindestens einem der Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 und der Ansprüche 2—8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erleichterung des Kettenumlegens in der Umlagerichtung größeres Kettenrad (A) → kleineres Kettenrad (C) zusätzliche Gestaltungsmaßnahmen in dem für die Übergangsrichtung kleineres Kettenrad (C) → größeres Kettenrad (A) ausgestalteten Kettenübergangsumfangsbereich an Zähnen (A1, A2, A4, A5, A6) des größeren Kettenrads (A) vorgesehen sind.

10. Kettenschaltung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der nachlaufende Erstzahn (A5) des Erstzähnpaars (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) oder/und der diesem nachlaufenden Erstzahn (A5) in normaler Umlaufrichtung (11) folgende Zahn (A6) des größeren Kettenrads (A) Abschrägungen (27) auf der jeweiligen dem kleineren Kettenrad (C) zugekehrten Seite besitzen, und zwar so, daß die abgeschrägten Flächen (27) — bei

einer Betrachtung in axialer Richtung von radial außen — im Sinne der normalen Umlaufrichtung (11) nach vorn und vom kleineren Kettenrad (C) weg verlaufen.

11. Kettenschaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß beide Zähne, d. h. also sowohl der nachlaufende Erstzahn (A5) des größeren Kettenrads (A) als auch der diesem in normaler Umlaufrichtung 11 nachfolgende Zahn (A6) Abschrägungen (23) besitzen, wobei eine der Kettenumlagerichtung größeres Kettenrad (A) → kleineres Kettenrad (C) entsprechende Kettenübergangsstrecke (B5—B9) bei axialer Nachbarschaft eines ihr zugehörigen Innenlaschenpaars (D6i) zu dem nachlaufenden Erstzahn (A5) des größeren Kettenrads (A) mit der Außenseite ihrer dem kleineren Kettenrad (C) fernen Innenlasche (D6ig) an der Abschrägung (23) des nachlaufenden Erstzahns (A5) des Erstzähnpaars (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) anliegt, während im Falle der axialen Nachbarschaft eines Außenlaschenpaars (D7a) der Kettenübergangsstrecke (B5—B9) zum nachlaufenden Erstzahn (A5) des Erstzähnpaars (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) dieser Erstzahn (A5) zwischen die Außenlaschen dieses Außenlaschenpaars (D7a) eingreift und dann eine dem kleineren Kettenrad (C) ferne Innenlasche (D8ig) eines dem zuvor genannten Außenlaschenpaar (D7a) nachfolgenden Innenlaschenpaars (D8i) an der Abschrägung (23) des auf den nachlaufenden Erstzahn (A5) des Erstzähnpaars (A4, A5) des größeren Kettenrads (A) nachfolgenden Zahns (A6) des größeren Kettenrads (A) anliegt.

12. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—11, dadurch gekennzeichnet, daß der erste (A2) und ggf. auch der zweite (A1) der der vergrößerten Zahnücke des größeren Kettenrads (A) vorauslaufenden Zähne (A1, A2) im Sinne einer Anpassung an eine dort bereits einsetzende Schrägstellung der Kette (B) gegenüber ihrer Umlaufebene schräggestellt, axial versetzt oder nach radial außen abgeschrägt ist.

13. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—12, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kettenräder, d. h. das größere Kettenrad (A) und das kleinere Kettenrad (C), Teil einer größeren Gruppe von Kettenrädern der Mehrkettenradeinheit (A—C) sind, wobei dann entweder das bisher als größeres Kettenrad betrachtete Kettenrad (A) das kleinere Kettenrad in bezug auf ein ihm benachbartes noch größeres Kettenrad ist und/oder das bisher als das kleinere Kettenrad betrachtete Kettenrad (C) das größere Kettenrad in bezug auf ein noch kleineres Kettenrad ist und wobei die in den vorstehenden Ansprüchen 1—12 angegebenen Beziehungen für mindestens einen Teil der jeweils zusammen ein Kettenradpaar bildenden benachbarten Kettenräder gelten.

14. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sporn (19) jeweils nur im Bereich der Doppelzahnücke des größten Kettenrads (A) oder der größten Kettenräder einer Mehrkettenradeinheit vorgesehen ist.

15. Kettenschaltung nach einem der Ansprüche 1—14, dadurch gekennzeichnet, daß einem Kettenradpaar (A, C) einer Mehrkettenradeinheit (A—C) eine Mehrzahl von über den Umfang verteilten Kettenübergangsumfangsbereichen (T) zugeordnet

sind, in welchen die Merkmale der vorstehenden Ansprüche 1—14 in übereinstimmender oder annähernd übereinstimmender Weise erfüllt sind.

16. Kettenschaltung, insbesondere für Fahrräder, umfassend eine treibende Kettenradeinheit und eine angetriebene Kettenradeinheit (A—C) sowie eine diese beiden Kettenradeinheiten miteinander verbindende Kette (B), wobei mindestens eine (A—C) der Kettenradeinheiten als Mehrkettenradeinheit (A—C) mit mindestens zwei Kettenrädern (A—C), nämlich einem größeren (A) und einem kleineren Kettenrad (0), ausgebildet ist, wobei weiter die beiden Kettenräder (A, C) der Mehrkettenradeinheit (A—C) je eine Vielzahl von Zähnen (A1 ... ; C1 ...) und eine entsprechende Vielzahl von zwischen jeweils einem Zahnpaar (A1, A2; C1, C2) gebildeten Zahnücken (A1-A2; C1-C2) aufweist, wobei weiter die Kette (B) von aufeinanderfolgenden Kettengelenken (B1 ...) und von inneren (D2i) und äußeren Laschenpaaren (D3a) in abwechselnder Reihenfolge zwischen den Kettengelenken (B1 ...) gebildet ist, wobei weiter zum Umliegen der Kette zwischen den beiden Kettenrädern (A, C) der Mehrkettenradeinheit (A—C) eine Umlegeeinrichtung (10) in einem Einlaufbereich (15) vorgesehen ist, in welchem die Kette (B) bei normaler Umlaufrichtung (11) der Kette (B) und der Kettenräder (A, C) in die Mehrkettenradeinheit (A—C) einläuft und diese Umlegeeinrichtung (10) dazu ausgebildet ist, um der Kette (B) Bewegungen in einer zur Achse (X) der Mehrkettenradeinheit (A—C) parallelen Richtung zu erteilen, wobei weiter beim Umliegen der Kette (B) zwischen den Kettenrädern (A, C) der Mehrkettenradeinheit (A—C) sich eine Kettenübergangsstrecke (B1—B5) zwischen einem altbesetzten (C) und einem neubesetzten (A) der beiden Kettenräder ausbildet, welche Kettenübergangsstrecke (B1—B5) den Umlaufbereich der Mehrkettenradeinheit (A—C) vom Ketteneinlaufbereich (15) bis zu einem Kettenablaufbereich (L) der Mehrkettenradeinheit (A—C) durchläuft, wobei weiter die Kettenübergangsstrecke (B1—B5) sich entgegen der normalen Umlaufrichtung (11) der Kette (B) erstreckt von einem Kettengelenk (B1), das als letztes Kettengelenk (B1) zwischen zwei Letztzähne (C1, C2) eines Letztzähnpaars (C1, C2) des altbesetzten Kettenrads (C) eingreift und zwischen einem Kettengelenk (B5), das als erstes zwischen zwei Erstzähne (A4, A5) eines Erstzähnpaars (A4, A5) des neubesetzten Kettenrads (A) eingreift und wobei in mindestens einem der Kettenumlegung in der Umlegerichtung kleineres Kettenrad (C) → größeres Kettenrad (A) entsprechenden Kettenübergangsumfangsbereich (T) der Mehrkettenradeinheit (A—C) an den Kettenrädern (A, C) Gestaltungsmaßnahmen getroffen sind, um in diesem Kettenübergangsumfangsbereich (T) das Umliegen der Kette (B) zwischen den beiden Kettenrädern (A, C) zumindest in der Umlegerichtung kleineres Kettenrad (C) → größeres Kettenrad (A) zu erleichtern und den Verlauf der entsprechenden Kettenübergangsstrecke (B1—B5) festzulegen, dadurch gekennzeichnet, daß bei Aussparung minde-

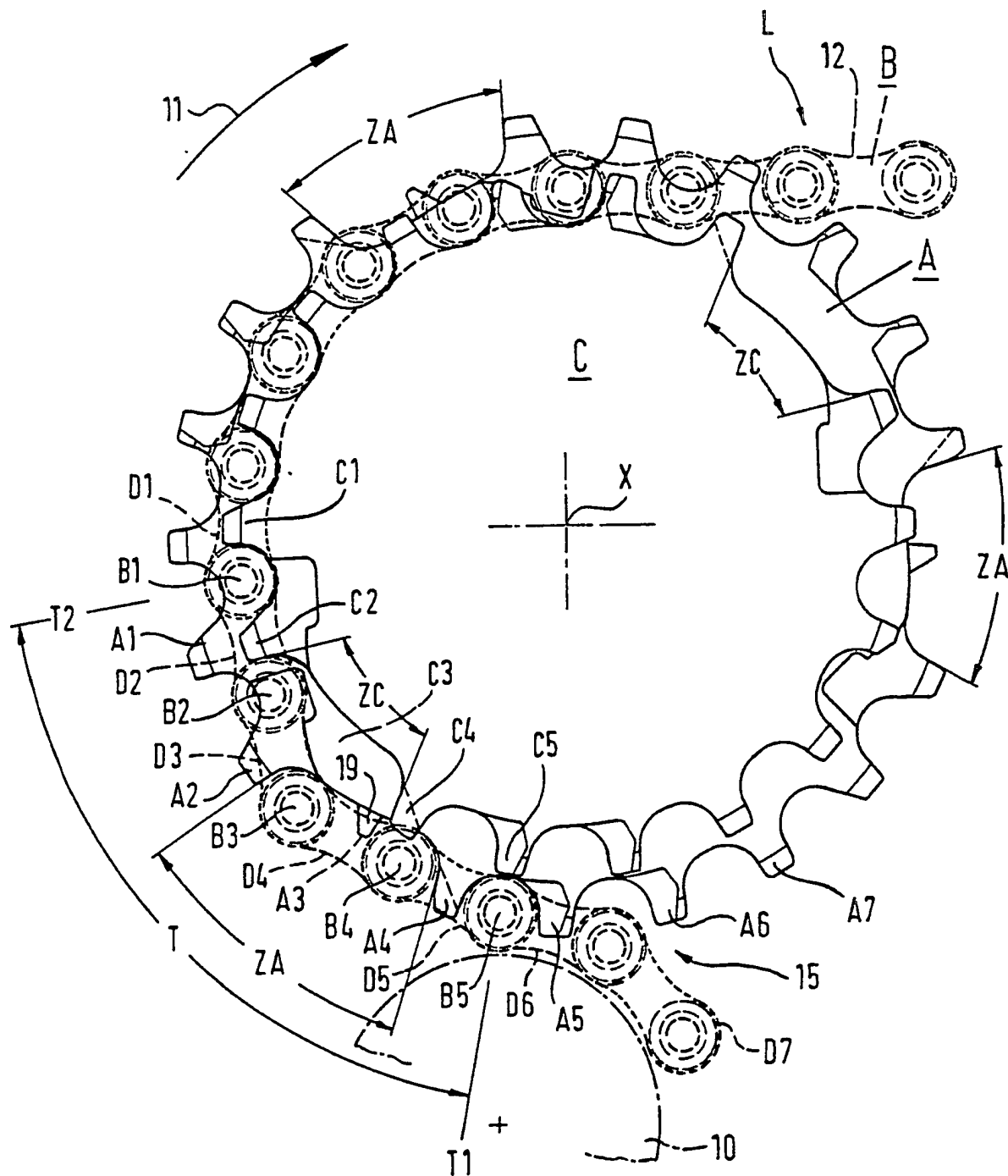
stens eines Zahns (bei A3) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zähnen (A2, A4) eines Kettenrads (A) und dadurch veranlaßter Bildung einer Mehrfachzahnücke, insbesondere Doppelzahnücke (ZA) die Zahnückenkontur dieser Mehrfachzahnücke (ZA) und die Zahnückenkontur einer auf diese Mehrfachzahnücke (ZA) unmittelbar nachfolgenden weiteren Zahnücke (A4-A5) derart aufeinander abgestimmt sind, daß bei Einliegen einer entsprechenden Zahl von Kettengelenken (B3—B5) in diesen Zahnücken (ZA, A4-A5) deren Gelenkachsen auf einer gemeinsamen Verbindungsgeraden (V) liegen, wobei das in der Mehrfachzahnücke (ZA) vorlaufende Kettengelenk (B3) und das in der nachfolgenden Zahnücke (A4, A5) aufgenommene Kettengelenk (B5) mindestens beim Auslauf ins Zugtrum gemeinsam an der Nachlaufflanke des ihnen jeweils vorauslaufenden Zahns (A2 bzw. A4) anteilmäßig drehmomentübertragend anliegen bzw. beim Auflauf des Zugtrums auf das Kettenblatt eines treibenden Kettenradsatzes gemeinsam an der Nachlaufflanke des ihnen jeweils vorauslaufenden Zahns anteilmäßig drehmomentübertragend anliegen.

17. Kettenschaltung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelpunkte der Zahnücken des Kettenrads ein unregelmäßiges Polygon bilden, wobei die jeweils auf einer gemeinsamen Verbindungslinie (V) liegenden Gelenkachsen jeweils größere Polygonseiten (G-G-G) bilden.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1



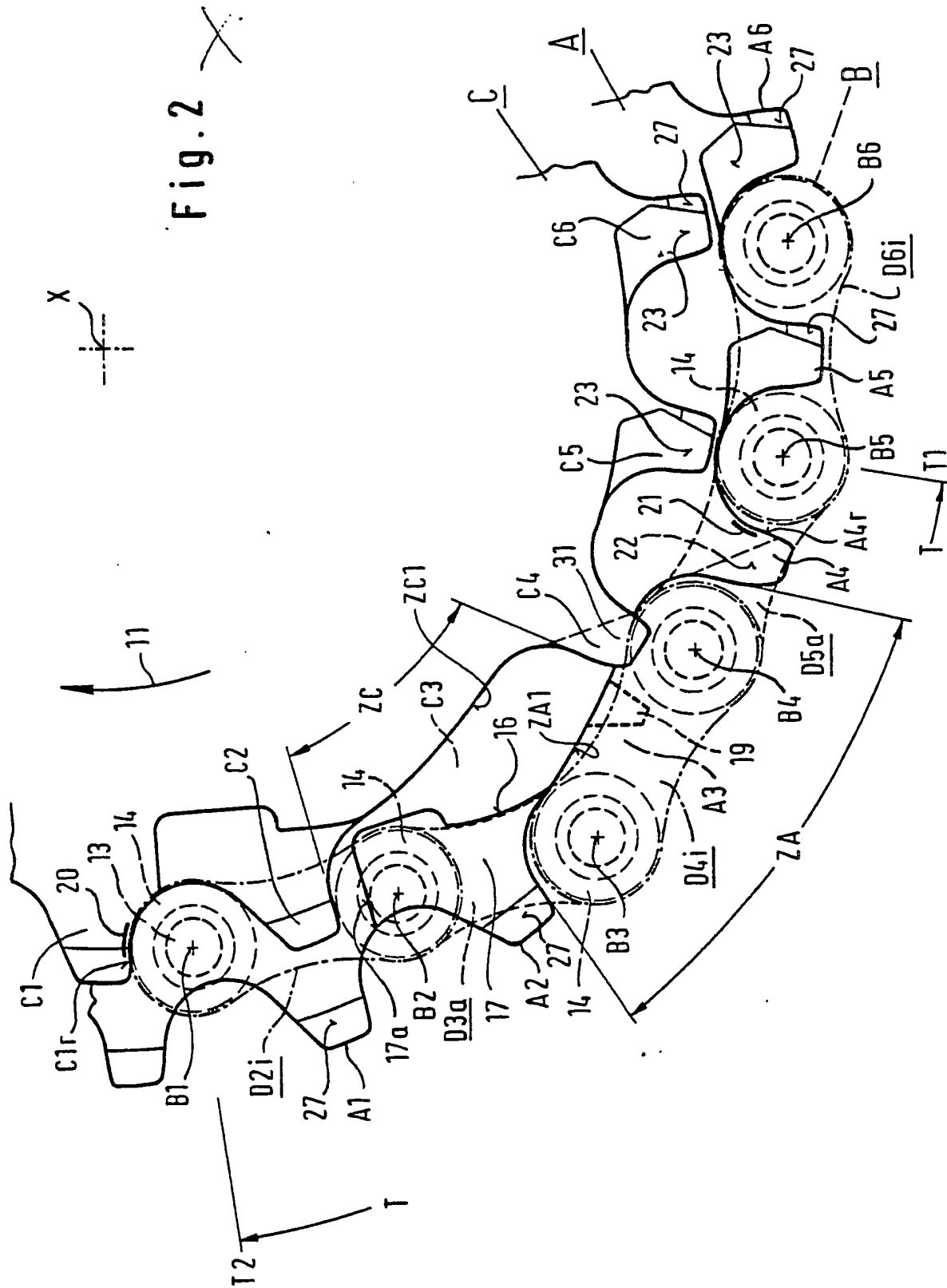
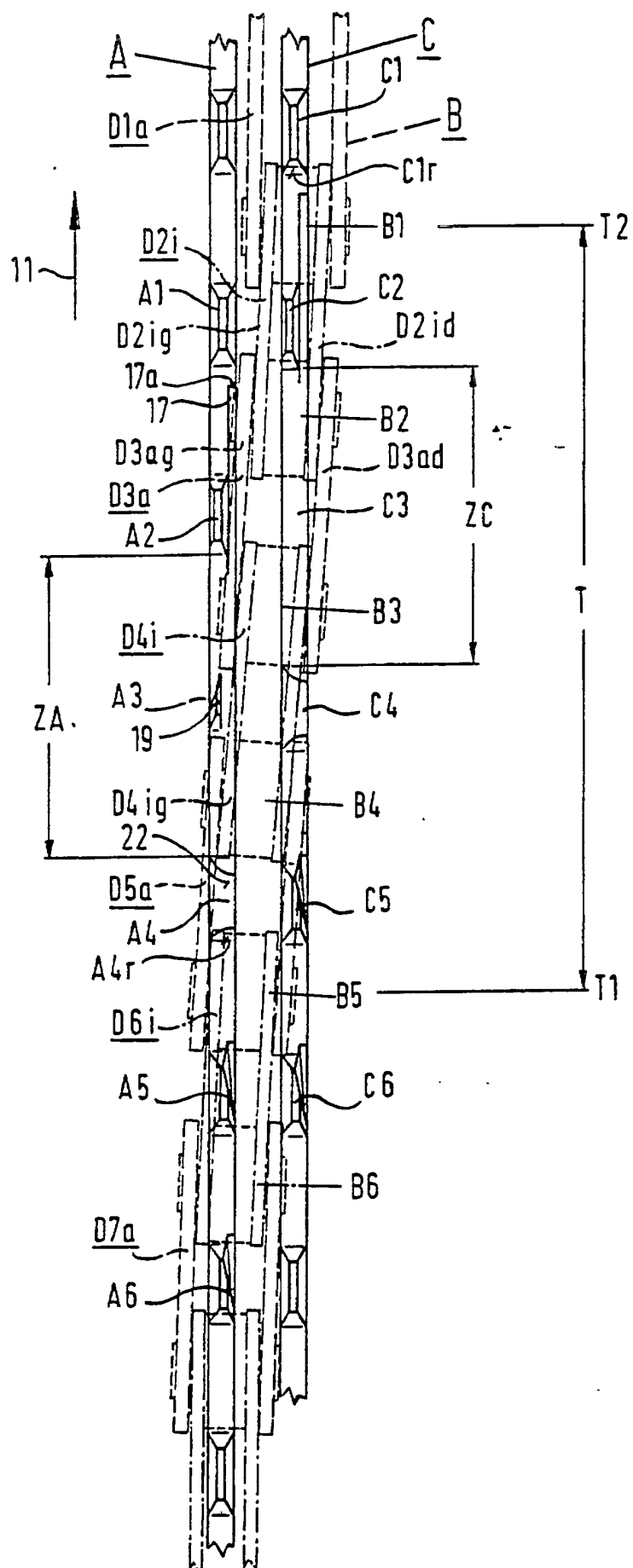


Fig. 3



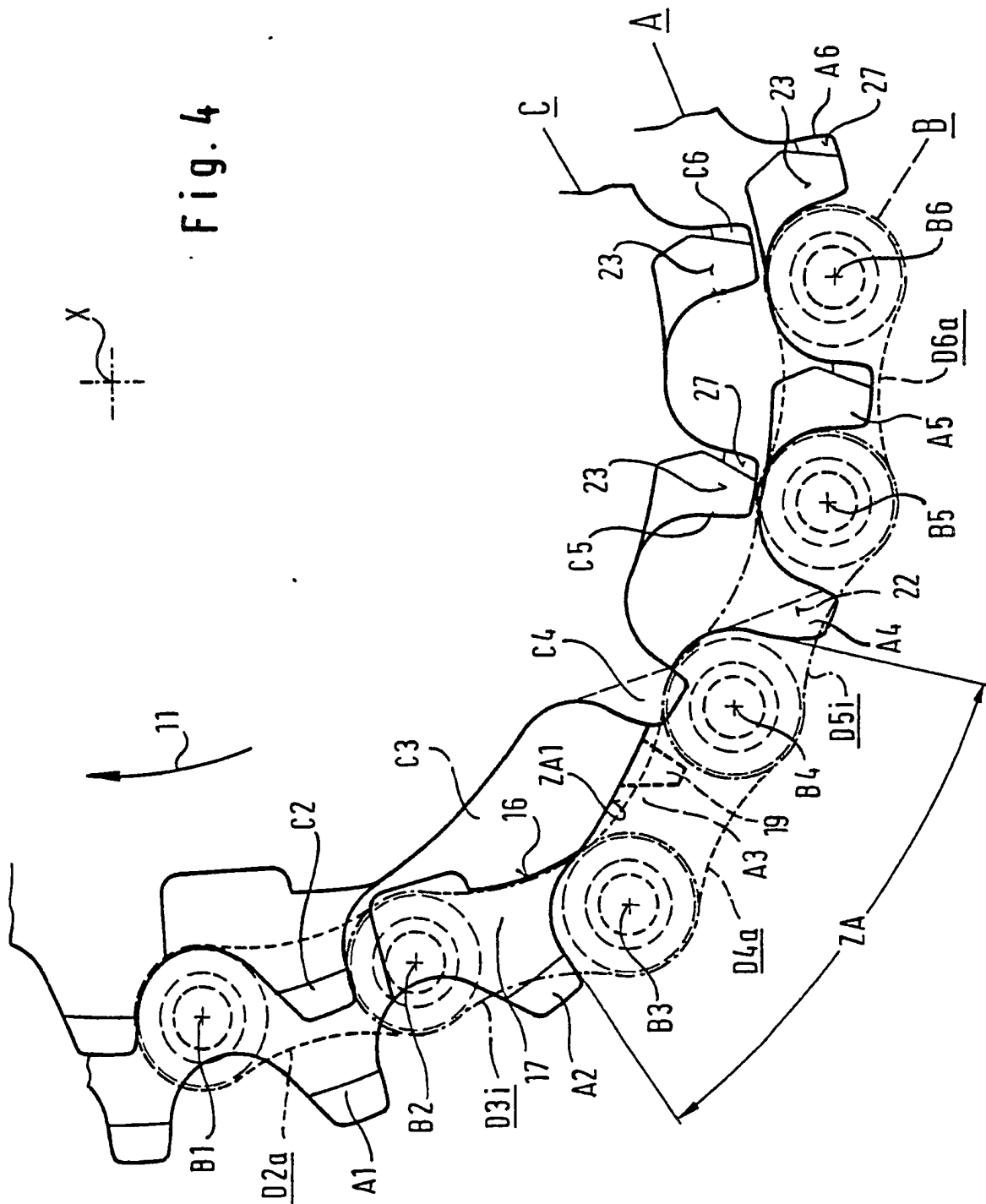


Fig. 5

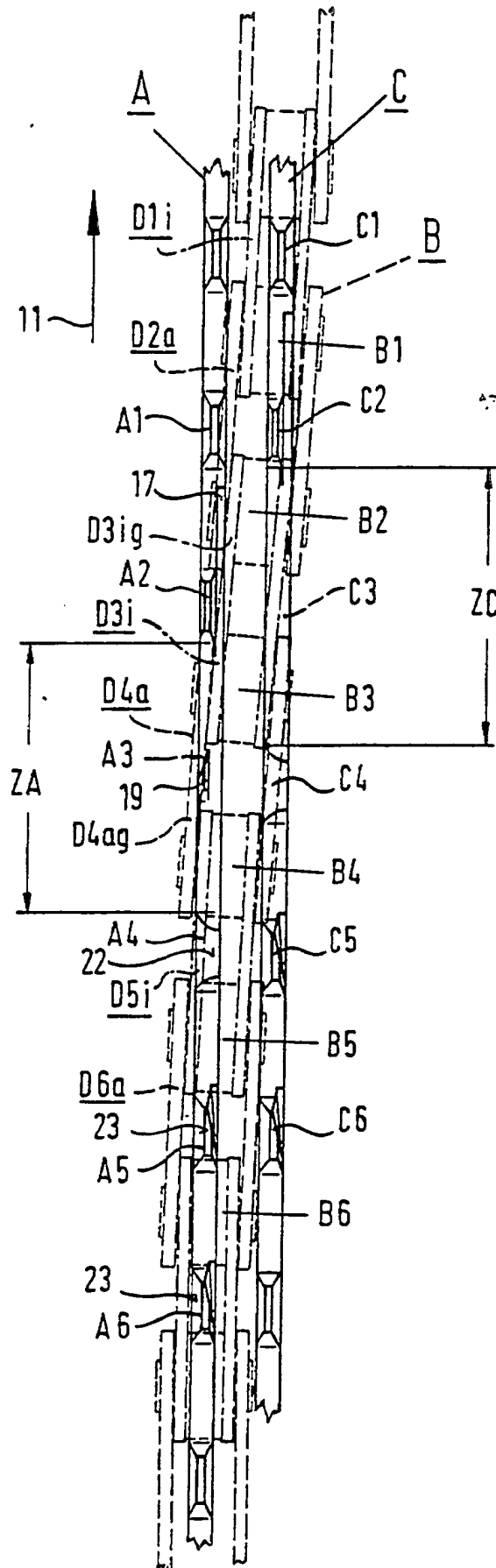


Fig. 6

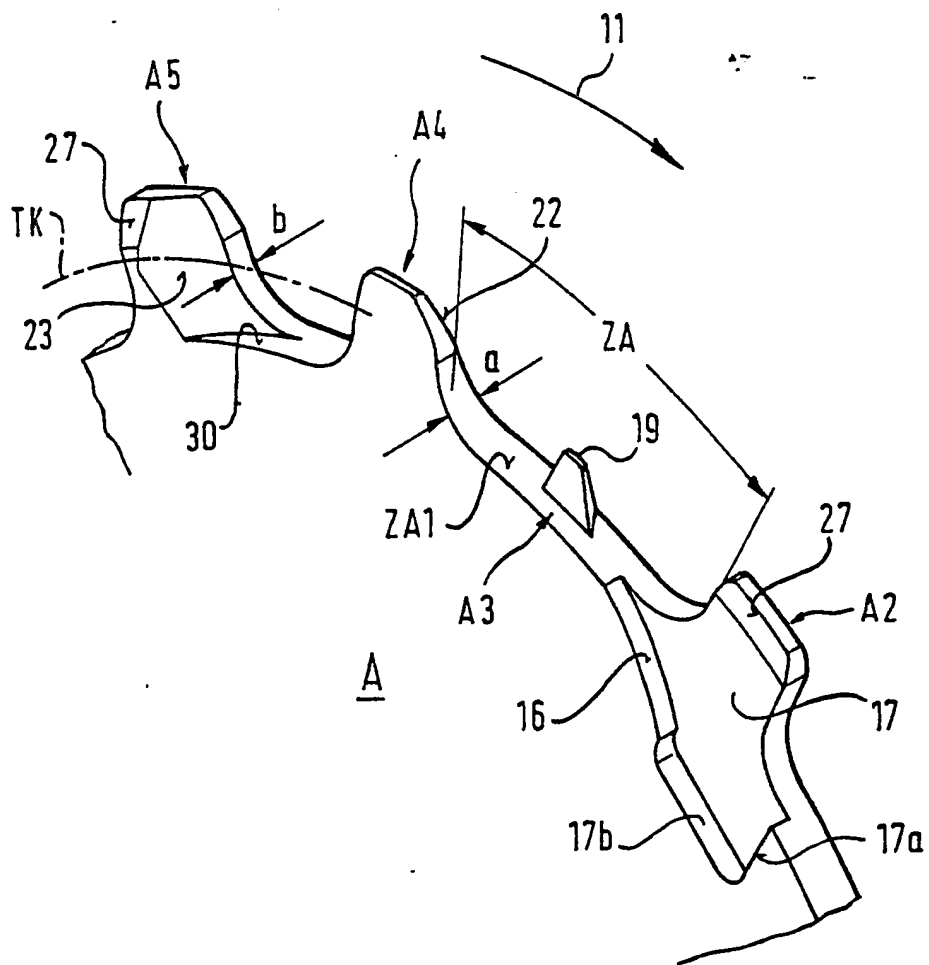


Fig. 7

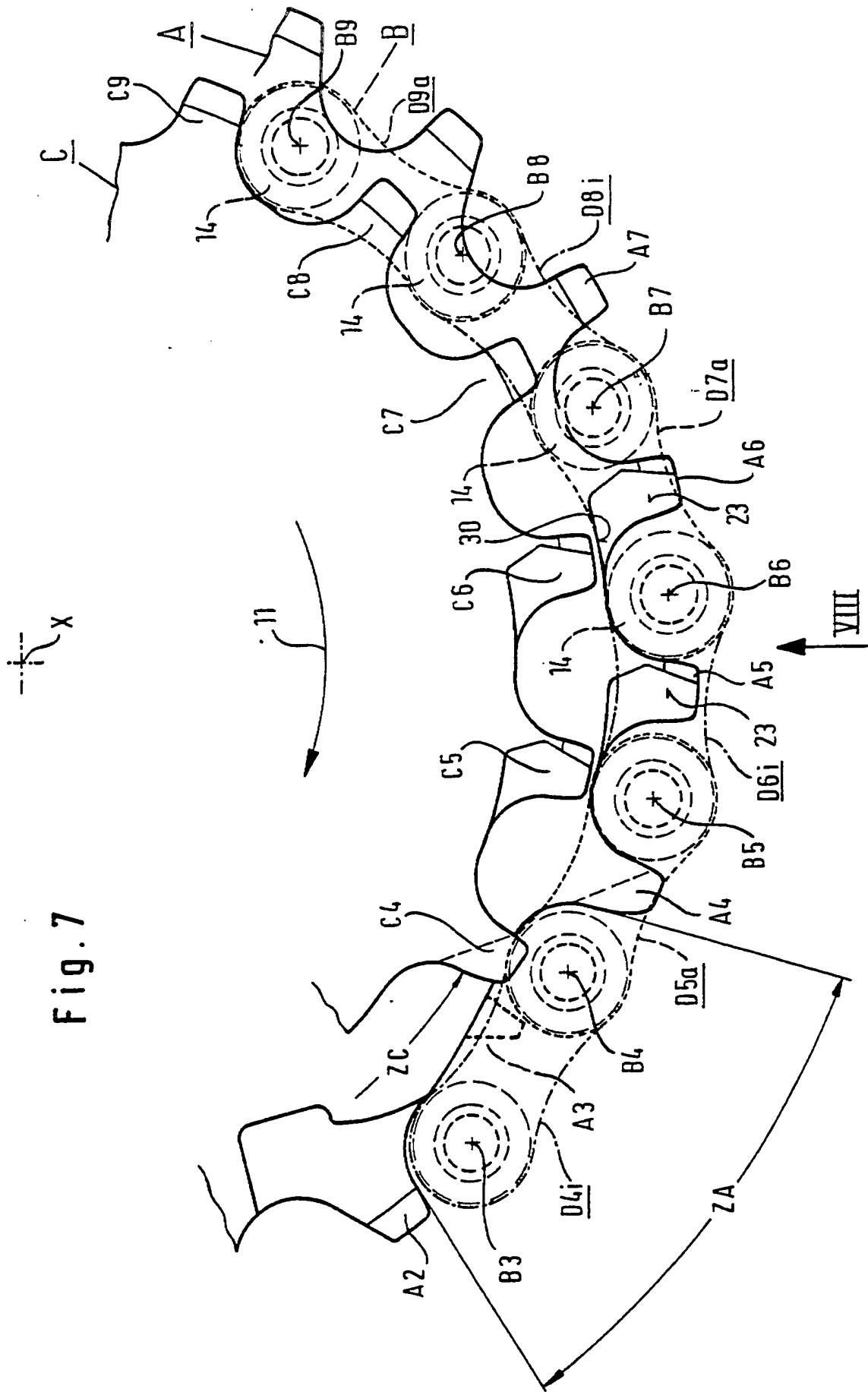


Fig. 8

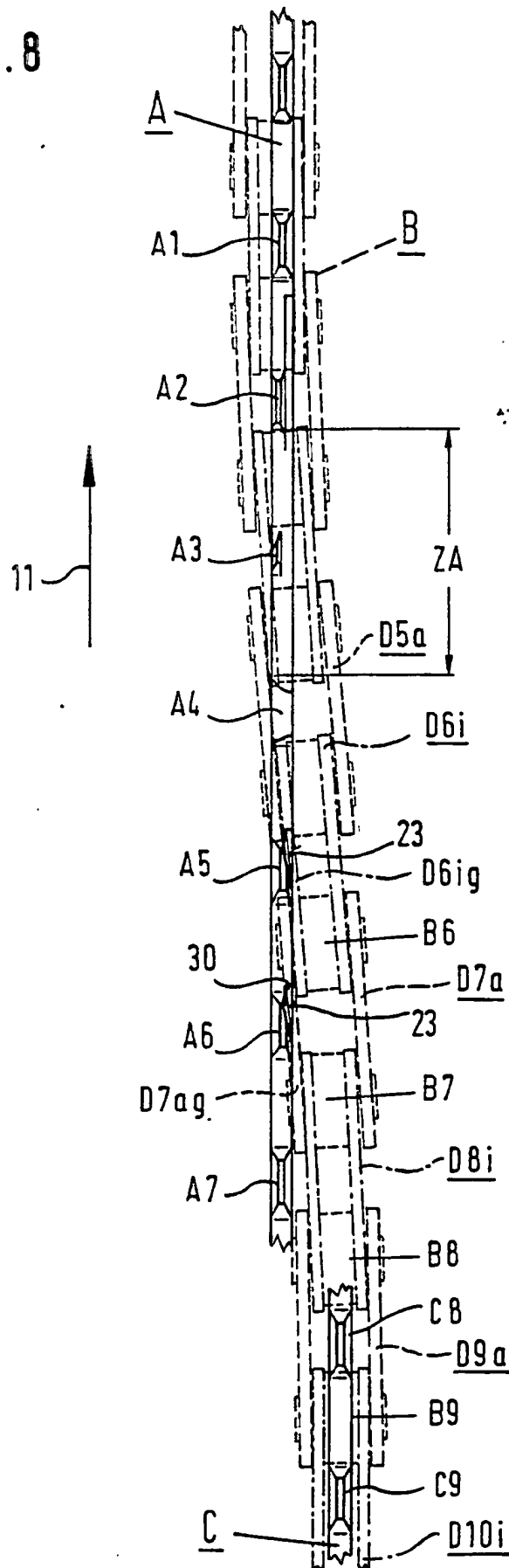


Fig. 9

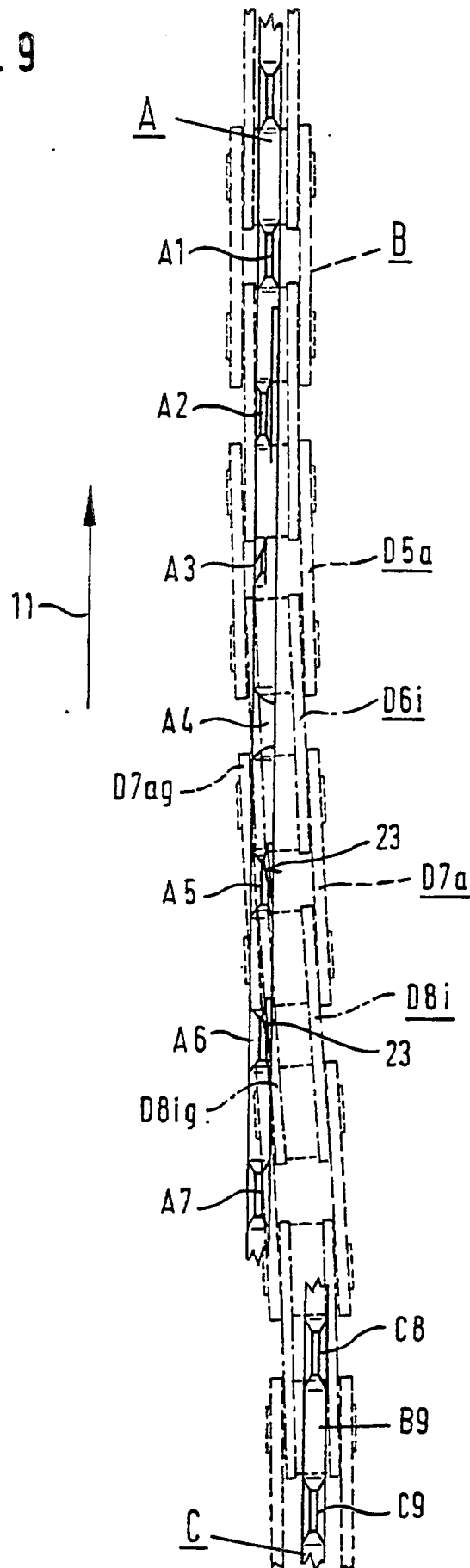
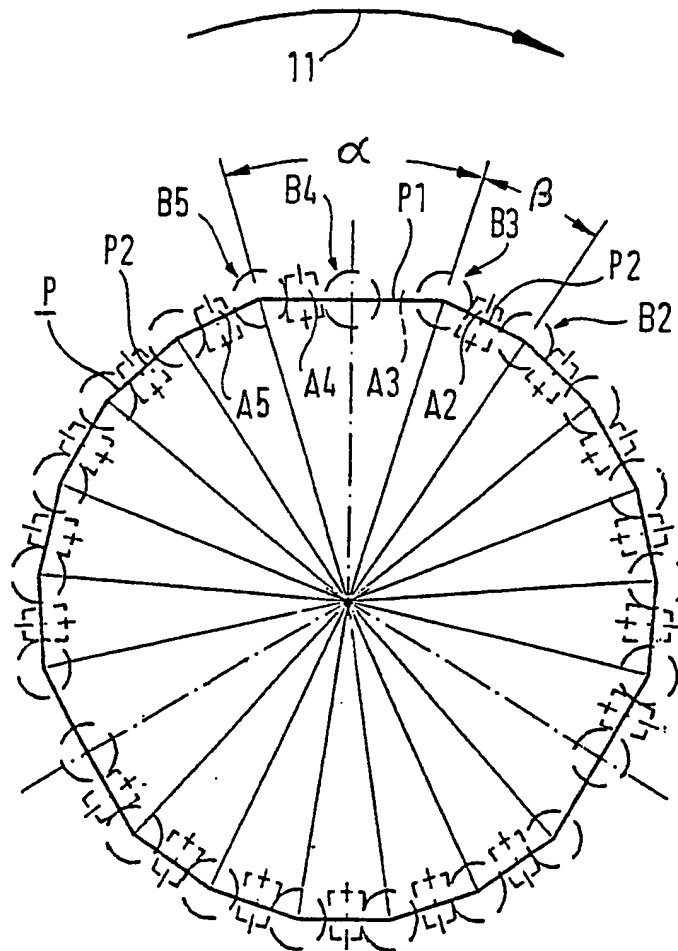


Fig. 10



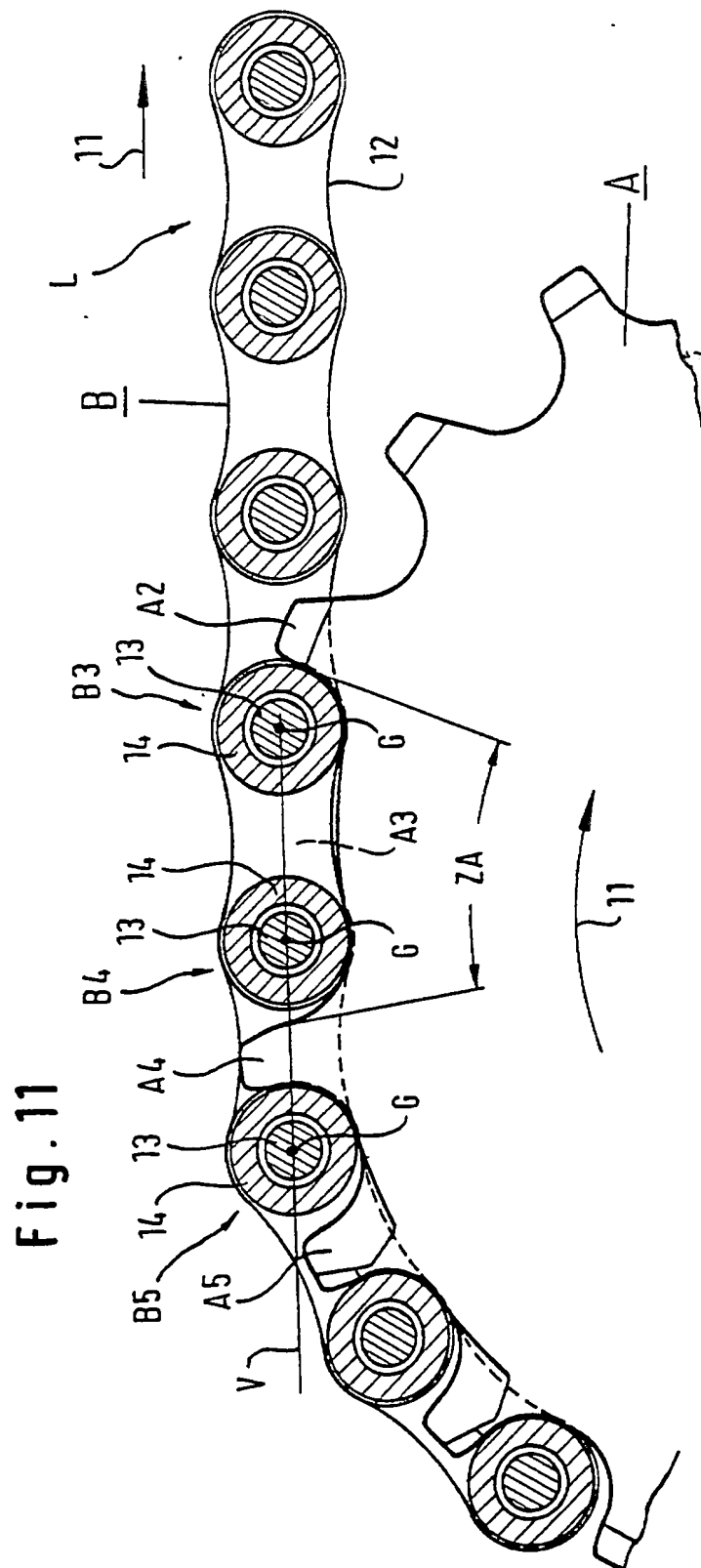
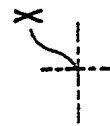


Fig. 11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.